

624.15136
m42
p e.1



**PENGARUH INTENSITAS HUJAN DAN KEMIRINGAN
LERENG TERHADAP LAJU KEHILANGAN TANAH
PADA TANAH REGOSOL KELABU**

TESIS

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil**

Oleh

Martono

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2004

PENGARUH INTENSITAS HUJAN DAN KEMIRINGAN LERENG TERHADAP LAJU KEHILANGAN TANAH PADA TANAH REGOSOL KELABU

Disusun Oleh

Martono
NIM : L4A 000 023

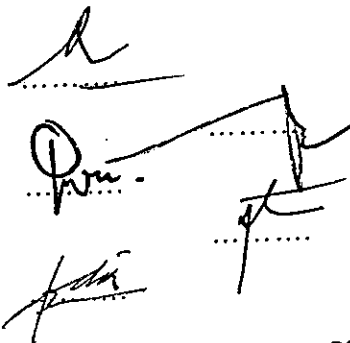
Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal:

29 Januari 2004

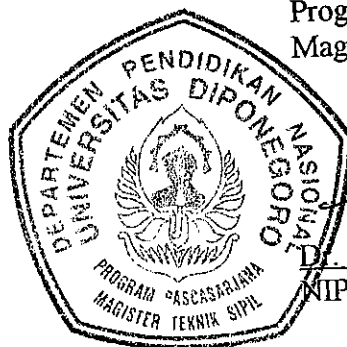
Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Tim Penguji,

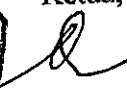
1. Ketua : Dr. Ir. Suripin, M. Eng
2. Sekretaris : Ir. Endro Sutrisno, MS
2. Anggota 1 : Ir. Irawan Wisnu W, MS
4. Anggota 2 : Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc
5. Anggota 3 : Ir. Syafrudin, CES, MT



Semarang, 29 Januari 2004
Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Magister Teknik Sipil



Ketua,


Dr. Ir. Suripin, M. Eng
NIP. 131668511

RINGKASAN

Persamaan umum kehilangan tanah (PUKT) sudah populer, dikembangkan di United Soil Departement of Agriculture dan telah banyak digunakan oleh berbagai pihak dalam hal penelitian erosi tanah. PUKT merupakan persamaan empiris yang dikembangkan berdasarkan hasil damplot di berbagai tempat di Amerika Serikat. Sebagai persamaan empiris, maka masih terbuka kemungkinan adanya ketidakakuratan hasil jika diimplementasikan di daerah lain yang mempunyai karakteristik berbeda dengan tempat dimana PUKT dikembangkan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju kehilangan tanah. Dengan mengukur intensitas hujan untuk berbagai kemiringan lereng dan hubungan diantara keduanya terhadap erosi.

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan kotak petak kecil ukuran 1m^2 dan tinggi 10 cm, selanjutnya kotak diisi tanah dan di beri hujan buatan dengan menggunakan alat rainfall simulator. Dengan hujan ini tanah akan tererosi dan tanah ditampung pada gelas ukur, selanjutnya tanah hasil erosi dikeringkan untuk diketahui beratnya. Intensitas hujan yang digunakan adalah 30, 40, 50, dan 60 mm/jam sedang kemiringan lereng yang digunakan adalah $2,5^\circ$, 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , dan 30° .

Hasil penelitian menginformasikan bahwa jenis tanah regosol kelabu didapat: (1) jenis tanah regosol kelabu mempunyai kandungan debu dan pasir sangat halus mencapai 31,17%. (2) Hasil erosi akibat peningkatan kemiringan lereng $2,5^\circ$ sampai dengan 30° pada intensitas 30 mm/jam mencapai 47,51 kali erosi pada kemiringan $2,5^\circ$. (3) peningkatan erosi akibat pertambahan intensitas hujan 30 mm/jam sampai dengan 60 mm/jam pada lereng $2,5^\circ$ mencapai 1,73 kali erosi pada intensitas 30 mm/jam. (4) Hubungan antara kemiringan lereng dengan faktornya didapat persamaan faktor S (S_f) = $0,0055 S^2 + 0,0686 S - 0,0803$.

Karena penelitian ini menggunakan intensitas dan kemiringan lereng yang terkendali, maka disarankan untuk aplikasi di lapangan agar menggunakan data pencatat curah hujan otomatis (ARR).

Kata kunci: Tanah regosol kelabu, intensitas hujan, kemiringan lereng.

ABSTRACT

The universal soil loss equation (USLE) which was developed by the United Soil Department of Agriculture, is well know formula for predicting soil erosion. USLE is an empirical formula, which was developed based on damplot data obtained from various location within United States of America. Therefore, its application on the areas which have different characteristic, as in Indonesion may produce inacurate results. Various researchs are still needed to unsure its appicability on other parts of the world.

The objective of the research is to determine the effects of rainfall intensity and land slope on grey regosol soil. The experiment was conduct by measuring soil erosion generated by various, rainfall intensity on a certain slope, and the various of land slope on the constant rainfall. In this condition, the relationship between both of the rainfall intensity and land slope to the rate of erosion could be found.

The research was carried out in the laboratory, used small plot box of $1 \times 1 \text{ m}^2$ and 10 cm depth. The soil is filled in the box, and the rainfall is generated from rainfall simulator. The eroded soil is collected in the measurement glass installed on the lower part of the box. The intensity used are 30, 40, 50 and 60 mm/hour and the hill slope are: $2,5^\circ$, 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , and 30° .

The results showed that: (1) the grey regosol soil consists, of silt and very fine sand about 31,17%, (2) the increasing of land slope up to 30° in the intensity rate of 30 mm/hour make the erosion rate increas 47,51 times, of the initial rate. (3) the increasing of rainfall intensity up to 60 mm/hour in the $2,5^\circ$ of slope make the erosion rate increas 1,73 times of the initial rate. (4) the relationship between land slope to the slope factor S (S_f) = $0,0055 S^2 + 0,0686 S - 0,0803$.

The research use the rainfall intensity and land slope under controled condition, so to apply the result in field condition, it is sugested to use rainfall intensity data that is recorded from the Automatic Rain Gauge Record (ARR).

Key words: grey regosol soil, rainfall intensity, land slope.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa saya panjatkan ke hadirat Allah SWT. Berkat Rahmat, Taufik, Hidayah dan hanya dengan petunjuk-Nya Tesis ini dapat saya selesaikan. Tesis dengan judul “Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng terhadap laju Kehilangan Tanah pada Tanah Regosol Kelabu “ disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi pada Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini saya sampaikan terimakasih kepada yang terhormat, Bapak Dr. Ir. Suripin, M Eng, dan Bapak Ir. Endro Sutrisno, MS, selaku dosen pembimbing yang penuh perhatian dan kesabaran sampai tesis ini selesai. Begitu juga kepada Bapak Dr. Ir. Suharyanto, MSc, Bapak Ir. Irawan Wisnu W, MS, dan Bapak Ir. Syafrudin, CES, MT selaku pembahas dan penguji yang senantiasa memberikan pengarahan dan masukan – masukan dalam melengkapi isi tesis ini.

Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada Bapak Ir. Ismin Taukhit R, MT selaku Direktur Politeknik Negeri Semarang yang telah banyak membantu kelancaran dalam studi ini, Bapak Herry Ludiro Wahyono, ST selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Semarang beserta staf yang telah memberi kesempatan dan layanan dalam melakukan penelitian di laboratorium. Juga kepada Bapak Kepala Laboratorium beserta Staf Laboratorium PAU Universitas Gajah Mada yang telah banyak membantu kelancaran penelitian selama di laboratorium.

Trimakasih atas dorongan istri dan anak-anaku, Adi Cahya W.N, Vega A.K, dan Salsabila N.I, yang selama ini memberi motivasi dan penuh pengertian selama proses pendidikan. Harapan saya, kiranya Allah SWT berkenan memberikan balasan

atas amal dan budi baik kepada bapak – bapak semuanya. Tidak lupa juga saya ucapkan trimakasih kepada rekan - rekan semua yang tidak bisa saya sebut satu persatu, dimana telah banyak memberi motivasi dan dorongan hingga tesis ini bisa selesai, kiranya Allah SWT akan membalas budi baiknya..

Akhir kata, semoga tulisan ini bisa bermanfaat untuk kita semua. Amin 3x.

Semarang , Januari 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN/ ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pokok Permasalahan	4
1.3 Tujuan dan Sasaran Penelitian	5
1.3.1.Tujuan Penelitian	5
1.3.2.Sasaran Penelitian	5
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Metode Penelitian	6
1.6. Hipotesa	11
1.7. Manfaat Penelitian	11
1.8. Sistematika Penulisan	12
 BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	 14
2.1. Terjadinya Erosi	14
2.2. Bentuk – bentuk Erosi	17
2.3. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Erosi	19

2.3.1. Curah Hujan	19
2.3.2. Kepekaan Tanah	21
2.3.3. Lereng	24
2.3.4. Vegetasi	25
2.3.5. Manusia	26
2.4. Sifat Umum Tanah	26
2.5. Sifat – sifat Tanah Regosol Kelabu	27
2.6. Pendugaan Erosi	28
2.6.1. Faktor Erosivitas Hujan, (R)	30
2.6.2. Faktor Erodibilitas Tanah, (K)	33
2.6.3. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng, (LS)	37
2.6.4. Faktor Tanaman Penutup dan Manajemen Tanaman,(C)	39
2.6.5. Faktor Konservasi Praktis, (P)	41
2.7. Pengukuran Erosi Tanah	41
2.8. Laju Erosi yang Diperbolehkan	43
2.9. Uji Statistik	45
 BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	 47
3.1. Pendahuluan	47
3.2. Bahan dan Alat – peralatan	47
3.2.1. Bahan – bahan	48
3.2.2. Alat – peralatan	49
3.3. Kegiatan Lapangan	53
3.3.1. Pengambilan Contoh Tanah di Lapangan untuk diuji	

Karakteristiknya	53
3.3.2. Pengambilan contoh Tanah di Lapangan untuk diketahui	
Tingkat Erosinya	54
3.4. Kegiatan Laboratorium	55
3.4.1. Uji Berat Isi Tanah Basah	55
3.4.2. Uji Kadar Air	57
3.4.3. Uji Analisa Butiran Tanah	58
3.4.3.1. Analisa Ayak	58
3.4.3.2. Pengujian Hidrometer	61
3.4.4. Uji Permeabilitas	63
3.4.5. Pengujian Spesific Gravity	66
3.4.6. Uji Butiran Hujan	68
3.4.7. Uji Intensitas hujan	71
3.4.8. Uji Laju Kehilangan Tanah	74
3.5. Menghitung Besar Nilai Parameter USLE	78
3.5.1. Erosivitas (R)	79
3.5.2. Erodibilitas (K)	80
3.5.3. Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)	82
 BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN	83
4.1. Besarnya Intensitas Hujan terhadap Energi Kinetik.....	83
4.2. Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng	
terhadap Laju Kehilangan Tanah	84
4.2.1. Intensitas Hujan Terhadap Erosi	85

4.2.2. Kemiringan Lereng Terhadap Erosi	86
4.2.3. Energi Kinetik Terhadap Erosi	88
4.3. Erosivitas Hujan	92
4.3.1. Kedalaman Hujan Terhadap Erosivitas	94
4.3.2. Energi Kinetik Terhadap Erosivitas	96
4.4. Panjang – Kemiringan Lereng	97
4.5. Perhitungan Dengan persamaan Umum Kehilangan tanah.....	101
4.6. Perhitungan Erosi Dengan PUKT.....	103
4.7. Penerapan Hasil Persamaan Faktor Kemiringan Lereng	106
 BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	108
5.1. Kesimpulan	108
5.2. Saran – saran	110
 DAFTAR PUSTAKA	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Intensitas Hujan	20
Tabel 2.2. Nilai Erodibilitas (K) untuk Beberapa Jenis Tanah di Indonesia	23
Tabel 2.3. Pengaruh Kemiringan Tanah Terhadap Erosi (Curah hujan 500 mm, lamanya 164 jam)	24
Tabel 2.4. Pengaruh Macam Tanaman Terhadap Erosi (Hasil Penelitian 100 hari di daerah : Jonggol)	25
Tabel 2.5. Kode Struktur Tanah (S) untuk Menghitung Nilai K Dengan Nomograf	36
Tabel 2.6. Kode Permeabilitas Tanah (P) untuk Menghitung nilai K Dengan Nomograf	36
Tabel 2.7. Nilai M untuk Beberapa Tektur Tanah	37
Tabel 2.8. Nilai Faktor C (pengelolaan Tanaman).....	39
Tabel 2.9. Nilai P untuk Berbagai Tindakan Konservasi Tanah	41
Tabel 2.10. Batas Maksimum Laju Erosi yang Dapat Diterima untuk Berbagai Macam Kondisi Tanah.....	44
Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Berat Isi Tanah Basah (γ_m)	56
Tabel 3.2. Hasil Pengukuran Kadar Air	58
Tabel 3.3. Hasil Pengukuran Analisa Ayak	60
Tabel 3.4. Hasil Analisa Pengukuran Hidrometer.....	63
Tabel 3.5. Hasil Uji Permeabilitas	66
Tabel 3.6. Hasil Uji Spesific Gravity	68
Tabel 3.7. Hasil Pengukuran Jumlah Diameter Butiran Hujan	71
Tabel 3.8. Hasil Pengukuran Intensitas Curah Hujan	74
Tabel 3.9. Nilai Erosi Hasil Percobaan- Vol.6 Liter Air	78
Tabel 3.10. Contoh Perhitungan Nilai Erosivitas	79

Tabel 4.1. Energi Kinetik Hujan	83
Tabel 4.2. Nilai Erosi Hasil Uji Laboratorium	85
Tabel 4.3. Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Erosi	85
Tabel 4.4. Pengaruh Kemiringan Lereng Terhadap Erosi	87
Tabel 4.5. Perhitungan Perbandingan selisih Nilai Erosi (E) Dengan Selisih Nilai Energi Kinetik (Ek).....	88
Tabel 4.6. Rangkuman Selisih Nilai Perbandingan Erosi Dengan Energi Kinetik	90
Tabel 4.7a. Nilai Erosivitas hasil Erosi Terukur Dengan $E_k = 24,765$ $j/m^2/mm$	92
Tabel 4.7b. Nilai Erosivitas hasil Erosi Terukur Dengan $E_k = 25,856$ $j/m^2/mm$	93
Tabel 4.7c. Nilai Erosivitas hasil Erosi Terukur Dengan $E_k = 26,702$ $j/m^2/mm$	93
Tabel 4.7d. Nilai Erosivitas hasil Erosi Terukur Dengan $E_k = 27,393$ $j/m^2/mm$	93
Tabel 4.8. Pengaruh Kedalaman Hujan Terhadap Erosivitas pada Intensitas 30 mm/jam	95
Tabel 4.9. Pengaruh Kedalaman Hujan Terhadap Erosivitas Pada Lereng 4,37 %	96
Tabel 4.10. Pengaruh Energi Kinetik Terhadap Erosivitas	96
Tabel 4.11a. Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Dari Hasil Erosi Terukur Pada Intensitas 30 mm/jam.....	98
Tabel 4.11b. Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Dari Hasil Erosi Terukur Pada Intensitas 40 mm/jam.....	98
Tabel 4.11c. Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Dari Hasil Erosi Terukur Pada Intensitas 50 mm/jam.....	98
Tabel 4.11d. Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Dari Hasil Erosi Terukur Pada Intensitas 60 mm/jam.....	99
Tabel 4.12. Nilai Faktor Kemiringan Lereng	100

Tabel 4.13a. Nilai Erosivitas Hasil PUKT Dengan $E_k = 24,765 \text{ j/m}^2/\text{mm}$	101
Tabel 4.13b. Nilai Erosivitas Hasil PUKT Dengan $E_k = 25,856 \text{ j/m}^2/\text{mm}$	101
Tabel 4.13c. Nilai Erosivitas Hasil PUKT Dengan $E_k = 26,702 \text{ j/m}^2/\text{mm}$	102
Tabel 4.13d. Nilai Erosivitas Hasil PUKT Dengan $E_k = 27,393 \text{ j/m}^2/\text{mm}$	102
Tabel 4.14a. Nilai Erosi Hasil PUKT Dengan Intensitas 30 mm/jam.....	103
Tabel 4.14b. Nilai Erosi Hasil PUKT Dengan Intensitas 40 mm/jam.....	104
Tabel 4.14c. Nilai Erosi Hasil PUKT Dengan Intensitas 50 mm/jam.....	104
Tabel 4.14d. Nilai Erosi Hasil PUKT Dengan Intensitas 50 mm/jam.....	105
Tabel 4.15. Nilai Errosi Dengan Intensitas 50 mm/jam.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian.....	10
Gambar 2.1. Proses Terjadinya Erosi Air oleh Meyer dan Wischmeier dalam suripin (2001).....	15
Gambar 2.2. Bentuk – bentuk erosi oleh Morgan, dalam Sutedjo dan Kartasapoetra, (1991).....	17
Gambar 2.3. Penjelasan Parameter persamaan USLE (Suripin,2001).....	30
Gambar 2.4. Nomograf erodibilitas tanah (K) untuk satuan metrik (Sumber: Wischmeier dalam Morgan, 1985) .	35
Gambar 2.5. Nomograf Faktor Panjang-Kemiringan Lereng (LS)	38
Gambar 3.1. Rainfall Simulator	51
Gambar 3.2. Meja Tempat Benda Uji	51
Gambar 3.3. Spray Head dan Kontrol Panel.....	52
Gambar 3.4. Uji Diameter Butiran Hujan.....	69
Gambar 3.5. Uji Intensitas Hujan.....	73
Gambar 3.6. Uji Laju Kehilangan Tanah.....	77
Gambar 3.7. Nilai K Dengan Cara Plot Pada Nomograf Erodibilitas	81
Gambar 3.8. Nilai LS Dengan Cara Plot Pada Nomograf Panjang- Lereng	82
Gambar 4.1. Hubungan Intensitas Hujan Dengan Energi Kinetik	84
Gambar 4.2. Hubungan Intensitas hujan Dengan Erosi (pada kemiringan lereng 2,5 ⁰)	86
Gambar 4.3. Hubungan Kemiringan Lereng Dengan Erosi (pada intensitas hujan 30 mm/jam)	87
Gambar 4.4. Kemiringan Lereng Terhadap Nilai $\Delta E/\Delta E_k$	91
Gambar 4.5. Hubungan Kedalaman Hujan dengan Erosivitas (untuk intensitas 30 mm/jam)	95
Gambar 4.6. Hubungan Energi Kinetik Dengan Erosivitas	97

Gambar 4.7. Hubungan Kemiringan Lereng Dengan Nilai Faktor Kemiringan
Lereng (S) 100
(untuk intensitas sampai dengan 60 mm/jam)

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan media utama dimana manusia bisa mendapatkan kebutuhan sandang, papan, pangan, tambang, dan tempat dilaksanakannya berbagai kegiatan. Sudah semestinya bila kita harus menjaga akan kelestariannya, mengingat tanah yang kita tempati bisa dipergunakan untuk berbagai usaha, guna memenuhi berbagai kebutuhan hidup manusia.

Tanah bisa terwujud melalui berbagai proses dan tahapan yang panjang serta berjuta – juta tahun umurnya. Hal ini perlu dikemukakan mengingat makin banyaknya manusia yang menelantarkan tanah, merusak keadaan tanah dengan berbagai perlakuan yang kurang tepat, salah satunya adalah penggundulan hutan dan lain sebagainya (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1991).

Sebagai sumber daya yang banyak digunakan oleh manusia, tanah dapat mengalami erosi sebagai akibat dari bekerjanya gaya – gaya yang berasal dari air hujan, angin, dan lain sebagainya. Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian – bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami (Direktorat Perluasan Areal Pertanian, 1986). Sedangkan menurut Suripin (2001), erosi merupakan proses alamiah yang sulit untuk dihilangkan sama sekali atau tingkat erosinya nol, khususnya untuk lahan – lahan yang diusahakan untuk pertanian. Tindakan yang dapat dilakukan adalah mengusahakan supaya erosi yang terjadi masih di bawah ambang batas maksimum (*soil loss tolerance*), yaitu dengan cara melakukan pengolahan tanah dengan baik, dan penambahan bahan

organik dan pembuatan teras sering, supaya erosi yang terjadi tidak melebihi laju pembentukan tanah.

Menurut Rahim (2000), faktor – faktor yang mempengaruhi erosi tanah meliputi : hujan, angin, limpasan permukaan, jenis tanah, kemiringan lereng, jenis penutup tanah baik oleh vegetasi ataupun lainnya, dan ada atau tidaknya tindakan konservasi. Faktor – faktor tersebut dalam mempengaruhi erosi sebetulnya tidak dapat dipisah – pisahkan satu dengan lainnya, artinya bekerja secara simultan. Menurut Morgan dalam Rahim (2000), faktor – faktor tersebut di atas dapat digolongkan ke dalam tiga kelompok: kelompok pertama adalah energi, kelompok kedua adalah kepekaan tanah (erodibilitas) dan kelompok ketiga adalah proteksi.

Erosi mempunyai dampak yang sangat luas, dimana kerusakan dan kerugian tidak saja dialami di daerah terjadinya erosi, melainkan juga daerah yang dilewati aliran erosi. Pada daerah yang mengalami erosi, tanah tidak lagi produktif karena tanah kehilangan unsur hara dan bahan organik serta memburuknya sifat – sifat tanah, hal ini tercermin pada menurunnya kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah dalam menahan air. Sedangkan pada daerah hilir, terjadilah pendangkalan sungai-sungai yang dilewati, sehingga daya gunanya menjadi berkurang.

Pada daerah tropika basah seperti Indonesia, hujan merupakan penyebab utama terjadinya erosi, dengan pukulan air hujan yang langsung jatuh ke permukaan tanah, agregat yang berukuran besar akan hancur menjadi partikel yang lebih kecil dan terlempar bersama percikan air, yang selanjutnya akan terangkut bersama aliran permukaan.

Menurut Brady dalam Sutedjo dan Kartasapoetra (1991), pada tanah yang berlereng, air hujan yang turun akan lebih banyak berupa aliran permukaan, yang

seterusnya air akan mengalir dengan cepat dan menghancurkan serta membawa tanah bagian atas (*top soil*) yang umumnya tanah subur.

Di sekitar lokasi pengambilan sampel dijumpai beberapa titik pendangkalan sungai – sungai kecil yang disebabkan oleh endapan tanah dari bagian hulu hal ini menunjukkan bahwa tanah di bagian atas telah terjadi erosi. Sampel tanah yang akan digunakan dalam penelitian adalah jenis tanah regosol kelabu dengan kondisi tanah sudah terganggu, yang diambil dari daerah Jatinom - Klaten, dengan pertimbangan selain daerah tersebut belum pernah dilakukan penelitian tentang tingkat erosinya, juga kawasan tersebut $\pm 70\%$ didominasi oleh jenis tanah regosol kelabu (Badan Pusat Statistik - Bapeda Kabupaten Klaten, 2000).

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *rainfall simulator* sebagai masukan energi peng-erosi dan dengan menggunakan contoh tanah regosol kelabu sebagai media yang menerima proses erosi, contoh tanah ini kemudian dimasukkan dalam kotak kayu ukuran 100 cm x 100 cm dan tinggi 10 cm, dan selanjutnya tanah diberi hujan buatan dengan intensitas hujan selama periode waktu tertentu. Persamaan tersebut dikembangkan di *United Soil Departement of Agriculture – Soil Conservation Service* dimana keadaan alamnya berbeda dengan di Indonesia, sehingga masih dimungkinkan perlunya penelitian, apalagi dilakukan di tempat yang berbeda dengan ukuran dan metode yang berbeda pula.

Jenis tanah yang terdapat di kawasan tersebut antara lain regosol coklat kekelabuan, litosol, grumosol kelabu tua, aluvial kelabu dan aluvial coklat kekelabuan serta regosol kelabu. Tanah regosol pada umumnya bertekstur geluh pasir dengan nilai kerapatan butir tinggi hal ini disebabkan oleh fraksi pasirnya yang tinggi ($\pm 40\%$), pada umumnya banyak terdapat butiran tanah sangat halus

mencapai ($\pm 32\%$), sedikit unsur lempungnya ($\pm 6,4\%$) dan bahan organikya $\pm 1,4\%$ (Purwono, 1996). Angka ini menunjukkan, tanah tersebut mempunyai ikatan diantara butir – butir tanahnya tidak kuat, hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik dan mineral lempungnya. Tanah regosol berasal dari bahan induk abu vulkanik, dimana jenis tanah ini mempunyai tekstur kasar, remah, dan permeabilitas lambat sampai sedang, jenis tanah ini mempunyai klas kepekaan erosi 0,11 gr/joule sampai 0,2 gr/joule (Suripin 2001),

Penelitian dengan menggunakan alat *rainfall simulator* ini, dimungkinkan berbagai kondisi dapat dilakukan. Menurut Meyer dan mech dalam Gabriels dan Boodt (1975), kelebihan yang ada dengan menggunakan alat ini antara lain: (1) dapat melihat dan menunjukkan besarnya butiran hujan, (2) dapat diatur besar kecilnya tekanan dan kecepatan, (3) dapat memberikan data yang cepat dan efisien pada setiap waktu yang diinginkan, (4) dapat diatur untuk berbagai intensitas dan lama hujan sesuai yang diinginkan, (5) dapat digunakan untuk berbagai kemiringan lereng, dan (6) dapat digunakan untuk berbagai jenis tanah yang diinginkan. Sedangkan kekurangan yang ada adalah (1) kondisi lingkungan yang terkendali dibandingkan dengan kondisi lapangan seperti: angin, cahaya, temperatur, kelembaban, pengaruh vegetasi, permukaan tanah, yang sulit dikondisikan, (2) curah hujan yang tidak stabil sedang dengan alat *rainfall simulator* intensitasnya tetap.

1.2 . Pokok Permasalahan

Di daerah tersebut belum dilakukan penelitian yang berkaitan dengan tingkat erosinya, jenis tanah regosol kelabu yang ada di daerah tersebut prosentasenya lebih banyak ($\pm 70\%$) dibanding dengan jenis tanah yang lain, tanah tersebut mempunyai

butiran tanah sangat halus mencapai $\pm 32\%$, maka tanah tersebut mempunyai sifat mudah tererosi, dengan pertimbangan tersebut sehingga dipilihlah jenis tanah ini sebagai bahan penelitian, untuk diketahui sejauh mana laju kehilangan tanah yang terjadi pada jenis tanah tersebut jika diberi hujan buatan dengan berbagai intensitas dan tanpa adanya penutup tanah (tanaman).

1.3. Tujuan dan Sasaran Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Menentukan pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju kehilangan tanah pada tanah regosol kelabu.

1.3.2. Sasaran Penelitian

Sasaran yang diharapkan dalam penelitian ini adalah

1. Mengukur kehilangan tanah untuk berbagai intensitas hujan, dan berbagai kemiringan lereng, pada jenis tanah regosol kelabu.
2. Mencari hubungan antara kehilangan tanah dan intensitas hujan, pada jenis tanah regosol kelabu.
3. Mencari hubungan antara kehilangan tanah dan kemiringan lereng, pada jenis tanah regosol kelabu.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan alat *rainfall simulator*, menggunakan jenis tanah regosol kelabu tanpa adanya penutup tanah, dengan diberikan intensitas hujan yang bervariasi yaitu, intensitas (30, 40, 50, dan 60)

mm/jam (mendekati curah hujan setempat), dengan kemiringan lereng : $2,5^{\circ}$, 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , dan 30° (batasan alat). Diameter butiran hujan diambil 1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, dan 6mm. Sebagai benda uji, diambil jenis tanah regosol kelabu asal daerah Jatinom - Klaten

1.5. Metode Penelitian

Sedikit telah uraikan di atas bahwa tujuan dari penelitian adalah: menentukan pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju kehilangan tanah pada tanah regosol kelabu, yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *rainfall Simulator* dan alat bantu lainnya. Rancangan yang dipakai dalam percobaan adalah dengan 2 perlakuan (intensitas hujan dan kemiringan lereng), masing-masing dilakukan 3 kali ulang. Persamaan yang digunakan adalah “Persamaan Umum Kehilangan Tanah” atau *Universal Soil Loss Equation*, dengan parameternya sebagai berikut:

1. Parameter yang dicari dalam penelitian ini adalah Erosivitas (R), Erodibilitas tanah (K), Panjang - kemiringan lereng (LS). Karena pada penelitian ini tidak diberi tanaman (gundul/bero) dan tidak dilakukan pengolahan, maka nilai faktor pengelolaan tanaman (C) dan faktor pengelolaan lahan (P) dianggap 1 (satu). Unsur – unsur yang terkait pada parameter tersebut adalah:
 - a. Parameter Erosivitas (R), yang terkait pada parameter ini adalah: energi kinetik hujan (E_k) dan intensitas hujan (I).
 - b. Parameter Erodibilitas (K), yang terkait pada parameter ini adalah: kelas tekstur tanah (M), bahan organik yang terkandung dalam tanah (O), kelas struktur tanah (S), dan kelas permeabilitas (P).

- c. Parameter panjang - kemiringan lereng (LS), meliputi: panjang benda uji (L) dan sudut kemiringan yang digunakan dalam pengujian (S).

2. Pengukuran parameter yang dicari dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pada parameter R, unsur yang terkait adalah energi kinetik dan intensitas hujan. Maka perlu dilakukan pengukuran untuk: besar dan jumlah butiran hujan buatan, sehingga nilai massa (m) didapat. Selanjutnya dengan mengukur volume hujan buatan, luas tangkapan dan waktu hujan buatan akan didapat nilai intensitasnya.
- b. Pada parameter K, unsur yang terkait adalah M, O, S dan P. Untuk unsur – unsur tersebut pengukuran dilakukan melalui uji sampel tanah di laboratorium.
- c. Pada parameter LS, dilakukan pengukuran panjang benda uji dan kemiringan lereng benda uji saat dilakukan percobaan.

3. Cara – cara yang dilakukan untuk mengukur parameter dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran intensitas hujan buatan

Pengukuran ini dilakukan dengan cara coba – coba, yaitu dengan merubah besarnya aliran, kecepatan putaran, dan nozle yang dipakai, hal ini akan diikuti besarnya tekanan (dalam satuan bar) yang terdapat pada alat tersebut. Butir – butir hujan yang jatuh ditampung pada alat container yang sudah diketahui luasnya, untuk diketahui volume dan waktunya. Selanjutnya dari data – data tersebut dimasukkan ke dalam rumus intensitas hujan yang terdapat pada panduan alat *Rainfall Simulator* yaitu :

$$I = \frac{\text{Volume}}{\text{Luas container} \times \text{waktu}} \times 600$$

Percobaan dilakukan berulang – ulang sampai didapat intensitas hujan yang dicari yaitu Intensitas 30 mm/jam, 40 mm/jam, 50 mm/jam dan 60 mm/jam.

b. Pengukuran besar dan jumlah butiran hujan

Pengukuran dilakukan dengan cara melewatkan kertas saring yang sudah dilapisi *methyline blue*, tepat di bawah alat *Rainfall Simulator*. Kemudian kertas saring yang ternoda butiran hujan dikeringkan dan seterusnya dilakukan pengukuran butir – butir hujan dan jumlahnya. Dalam melakukan pengukuran dan penghitungan perlu digolong – golongan menurut diameter masing – masing. Diameter butiran hujan yang diukur hanya diameter 1 mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, dan 6mm sedang yang lebih besar tidak digunakan. Dengan mengalikan volume butiran hujan, jumlah dan berat jenisnya akan didapat massa (m) hujan buatan.

c. Pengukuran besarnya energi kinetik hujan

Setelah didapat nilai intensitas hujan sesuai dengan yang dicari, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus yang ada pada panduan alat *Rainfall Simulator* yaitu $E_k = 11,87 + 8,73 \log I$. Atau sebagai pembanding digunakan rumus: $E_k = \frac{1}{2} m v^2$. Nilai v (kecepatan jatuh butiran hujan buatan) bisa didapat dengan mengplotkan dua nilai angka yaitu diameter butiran hujan buatan dan tekanan (bar) pada grafik yang terdapat pada panduan alat *Rainfall Simulator*.

d. Pengukuran untuk nilai M, O, S, dan P

Pengukuran yang dilakukan dalam mencari nilai- nilai M, O, S, dan P adalah dengan cara menguji sampel tanah (benda uji), yang dilakukan di laboratorium

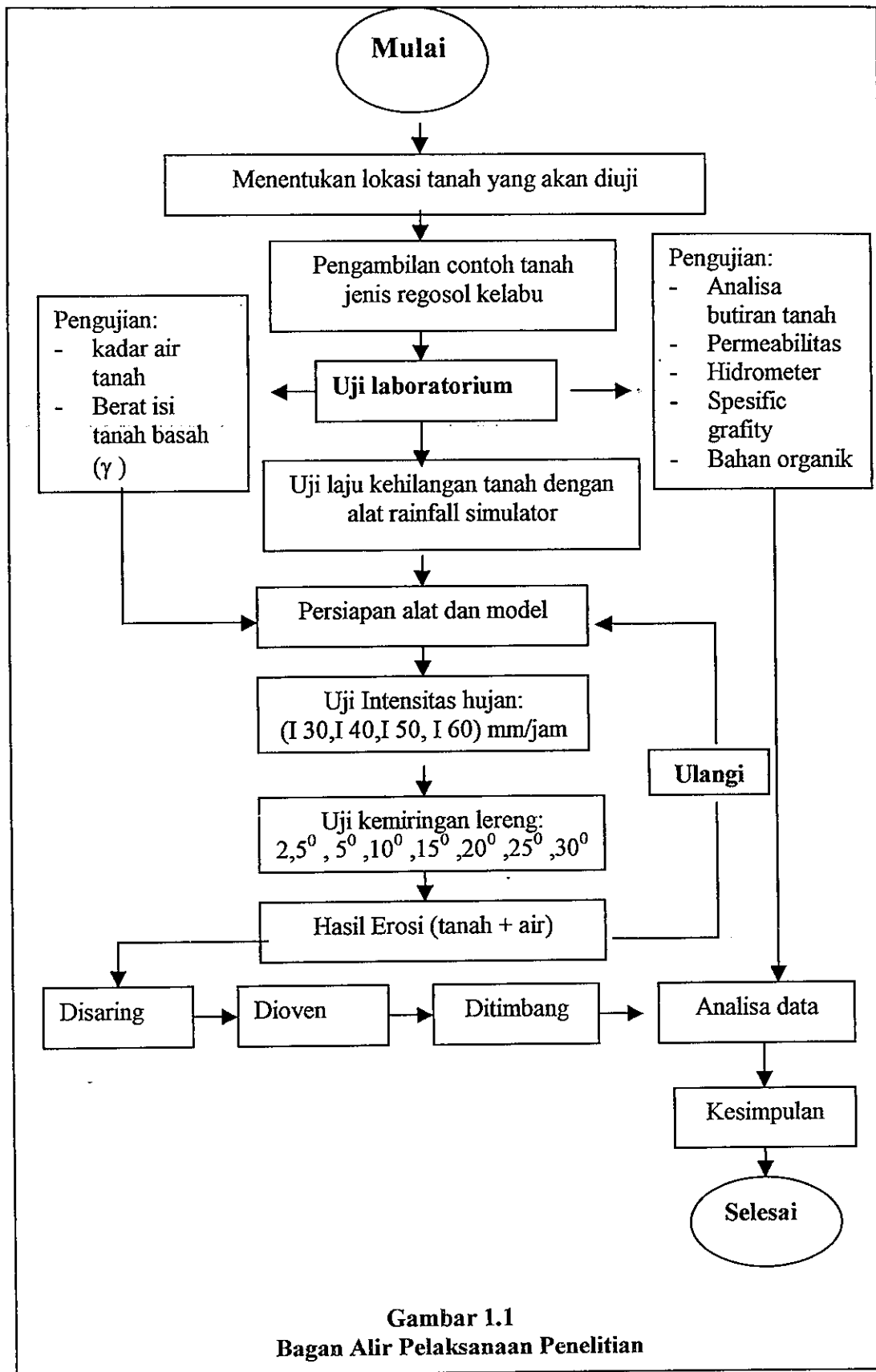
yaitu dengan pengujian: kadar air, berat isi tanah, grain zise, bahan organik, permeabilitas, hidrometer, spesifik gravity dan lain – lainnya, sehingga akan didapat nilai K pada persamaan (2.7). Atau dengan cara mengplotkan nilai – nilai tersebut pada nomograf erodibilitas. Cara pengukuran dan langkah kerja secara rinci untuk nilai – nilai tersebut di atas lihat pada sub bab 3.4 kegiatan laboratorium.

e. Pengukuran LS (panjang - kemiringan lereng)

Panjang lereng ditetapkan satu meter, sedang kemiringan lereng diatur sesuai yang dicari yaitu $2,5^{\circ}$, 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , dan 30° . Dengan diketahui panjang dan kemiringan lereng, maka nilai LS dapat dicari dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.8 atau 2.9. Atau dapat juga dengan mengplotkan angka panjang lereng dan prosen kemiringan lereng ke dalam nomograf pada Gambar 2.5.

f. Mengukur besarnya laju kehilangan tanah (erosi)

Dalam mengukur besarnya erosi dilakukan dengan cara: sampel tanah dimasukkan ke dalam petak kotak kayu ukuran 100 cm x 100 cm x 10 cm pada posisi tepat dibawah alat *Rainfall Simulator*, kemiringan lereng diatur sesuai yang dicari, selanjutnya benda uji diberi hujan buatan dengan intensitas yang dikehendaki. Tanah akan tererosi dan hasil erosi ditampung dalam gelas ukur dengan dicatat waktunya, setiap percobaan diambil volume air 2 liter-an sampai 3 kali (2liter-1, 2 liter-2, 2liter-3). Hasil erosi tanah yang masih campur air kemudian disaring, selanjutnya dioven dan ditimbang untuk diketahui beratnya. Lebih lanjut dapat dilihat pada bagan alir pelaksanaan penelitian.



4. Analisis yang digunakan

Dari kumpulan data pada masing – masing parameter, termasuk berat erosi tanah dilakukan analisa dan pembahasan untuk disimpulkan. Pendekatan analisa yang digunakan adalah analisis regresi, dalam hal ini dipergunakan untuk mencari bentuk – bentuk kurva yang dapat mewakili data – data yang ada dan mengestimasi nilai tersebut pada titik – titik diantara nilai – nilai yang sudah diketahui atau dengan menggunakan regresi kuadrat terkecil, jika kurva merupakan garis lurus $g(x) = a + bx$. Pendekatan yang lain adalah dengan menggunakan persamaan semi logaritma yaitu $Y = a + b \log x$ dan persamaan $Y = ax^b$. Untuk membantu kelancaran penghitungan digunakan alat komputer dengan program microsoft excel.

1.6. Hipotesa

Secara teoritis besarnya laju kehilangan tanah sangat bergantung terhadap kemiringan lereng, panjang lereng, dan intensitas hujan. Makin besar kemiringan lereng, panjang lereng, intensitas hujan dan durasi hujan, erosi yang terjadi akan semakin besar dan begitu sebaliknya..

1.7. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi bidang akademis maupun praktisi:

1. Menambah kelengkapan data dalam prediksi erosi lahan, khususnya untuk tanah regosol kelabu.
2. Sebagai bahan tambahan pengetahuan dalam penggunaan alat *rainfall simulator*, untuk erosi tanah.

1.8. Sistematika Penulisan

Secara singkat sistematika penulisan dalam pembuatan laporan diuraikan sebagai berikut:

1. Bab 1. Pendahuluan, berisi tentang latar belakang, pokok permasalahan, tujuan dan sasaran penelitian, batasan masalah, metode penelitian, hipotesa, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
2. Bab 2. Tinjauan Pustaka, berisi tentang teori yang mendasari dan mendukung kepentingan penelitian meliputi: sifat tanah, intensitas hujan (I), energi kinetik hujan (E_k), erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang - kemiringan lereng (LS).
3. Bab 3. Pelaksanaan penelitian, berisi tentang kebutuhan alat dan bahan yang digunakan, kegiatan lapangan, kegiatan di laboratorium, prosedur dan cara pengukuran setiap kegiatan yang dilakukan, analisa hitungan, hasil terukur, dan bagan alir pelaksanaan penelitian. Dalam penelitian ini dijelaskan cara – cara yang dilakukan selama pelaksanaan yaitu dari pengambilan sampel, pengujian kadar air, berat isi tanah basah, analisa butiran tanah, permeabilitas tanah, butiran hujan, uji coba untuk mendapatkan intensitas yang ditentukan, pengukuran hasil erosi tanah, sampai hasil erosi yang didapat setelah dikeringkan (di oven).
4. Bab 4. Analisa hasil dan pembahasan, berisi tentang analisa-analisa hasil pengujian yang telah dilakukan dan pembahasannya, yang meliputi: intensitas hujan, energi kinetik, erosivitas, kemiringan lereng, erodibilitas dan hasil erosi yang didapat hubungannya dengan intensitas hujan dan kemiringan lereng, yang ditampilkan dalam tabel dan grafik.

5. Bab 5. Kesimpulan dan Saran, berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran – saran yang perlu diberikan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Terjadinya Erosi

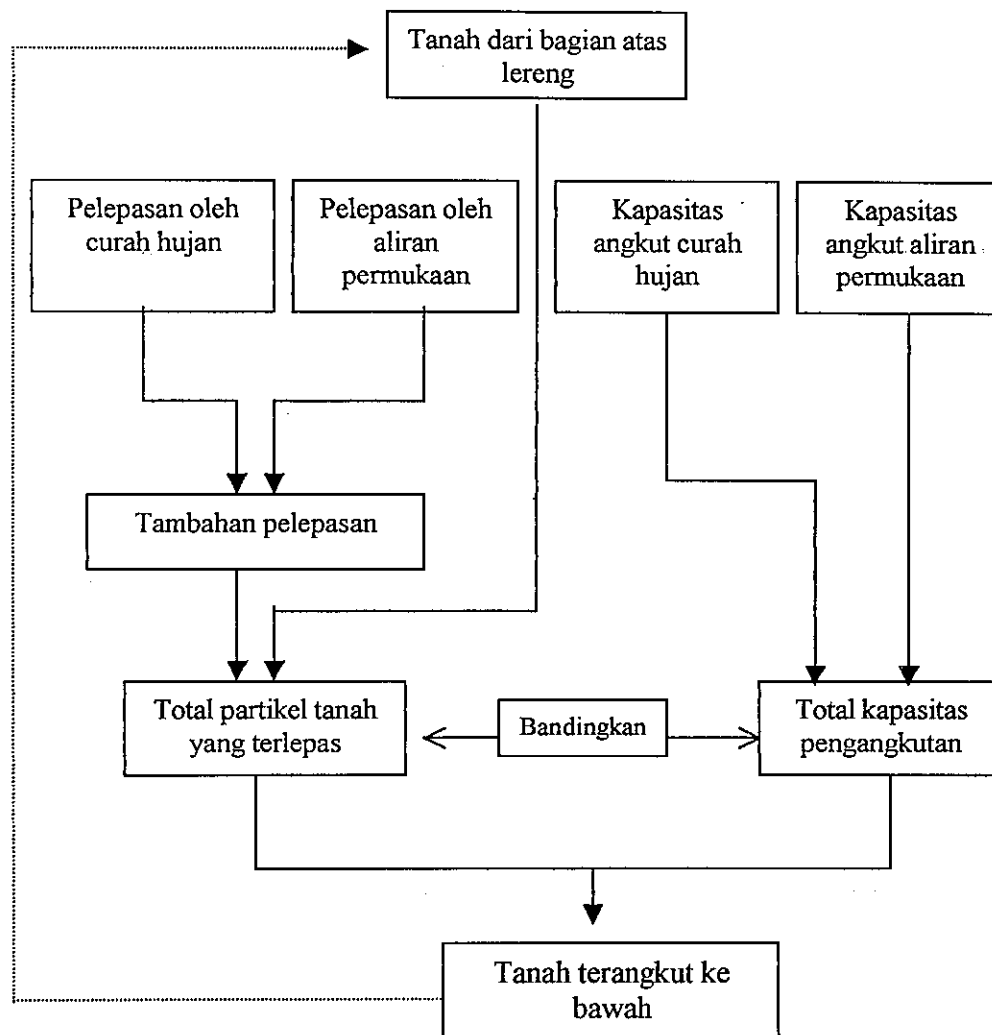
Erosi tanah terjadi melalui tiga tahap, yaitu tahap (1) pelepasan partikel tunggal dari massa tanah dan tahap (2) pengangkutan oleh media yang erosif seperti aliran air dan angin. Pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak lagi cukup untuk mengangkut partikel, maka akan terjadi tahap (3) yaitu pengendapan, (Suripin, 2001).

Menurut Wudianto (2000), erosi bisa terjadi apabila intensitas hujan yang turun lebih tinggi dibanding kemampuan tanah untuk menyerap air hujan. Prosesnya dimulai dari penghancuran agregat tanah dan pelepasan partikel, dilanjutkan pengangkutan tanah oleh aliran air, dan terakhir adalah pengendapan tanah akibat aliran air tidak mampu lagi mengangkut tanah.

Menurut Meyer dan Wischmeier dalam Suripin (2001), proses terjadinya erosi di suatu lereng bisa dilihat seperti Gambar 2.1. Untuk bisa menjadi erosi, tanah dihancurkan dahulu oleh curah hujan dan aliran permukaan, setelah hancur baru diangkut ke tempat lain oleh hujan dan aliran permukaan.

Gambar 2.1 menunjukkan pada suatu lereng terdapat *input* tanah yang dapat dierosi yang berasal dari tanah bagian atas lereng serta pelepasan tanah oleh curah hujan dan aliran permukaan. Selain itu terdapat *output* akibat pengangkutan tanah oleh curahan air hujan dan aliran permukaan. Pada gambar 2.1, bisa diartikan jika total partikel tanah yang terlepas lebih kecil dari total kapasitas pengangkutan (tanah terlepas < kapasitas angkut), maka akan terjadi erosi. Sebaliknya jika total partikel tanah yang terlepas tersebut lebih besar dari total kapasitas pengangkutan

(tanah terlepas > kapasitas angkut) maka akan terjadi pengendapan di bagian lereng tersebut.



Gambar 2.1
Proses Terjadinya Erosi Air oleh Meyer dan Wischmeier
dalam suripin (2001).

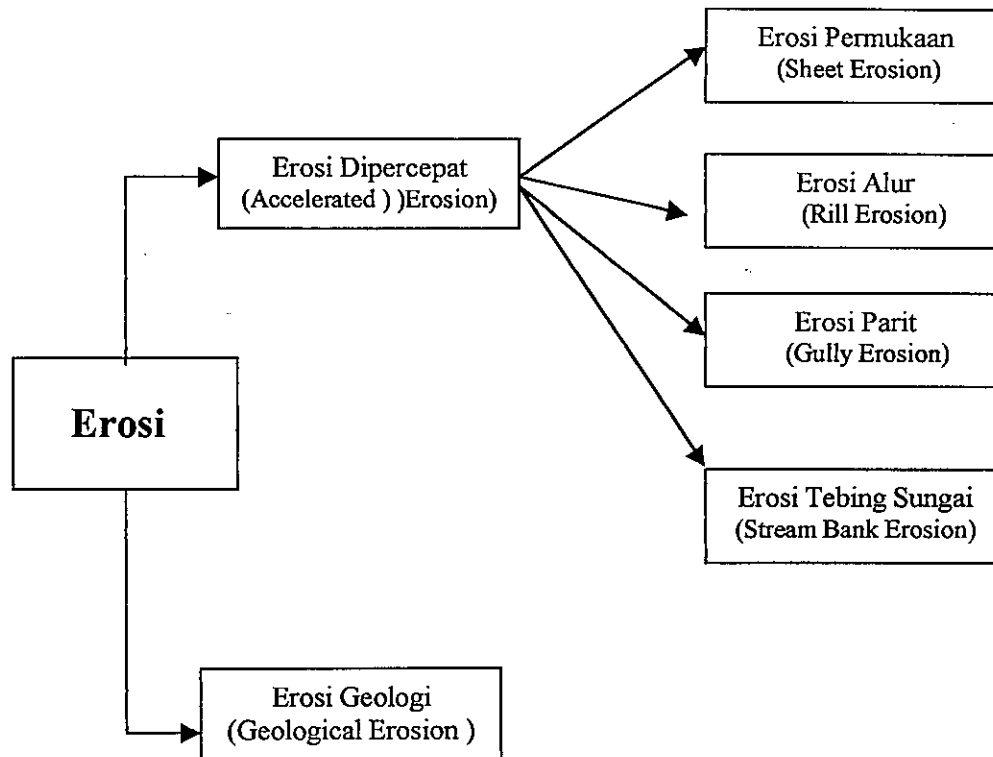
Menurut Bayer dalam Kartasapoetra, dkk. (1985), terjadinya erosi tanah sangat tergantung pada (a) sifat-sifat hujan, (b) kemiringan lereng, (c) vegetasi, dan (d) kemampuan tanah untuk menahan air, serta mengisap dan menginfiltrasikan ke lapisan – lapisan tanah bagian dalam.

Kusumastuti (1994), dalam penelitiannya menjelaskan, bahwa intensitas hujan dan kemiringan lereng merupakan parameter yang berpengaruh besar terhadap kuantitas erosi. Pada sudut kemiringan lereng yang sama, intensitas hujan meningkat, akan mengakibatkan peningkatan erosi. Begitu juga sebaliknya pada intensitas hujan yang sama, sudut kemiringan lereng meningkat, juga akan diikuti peningkatan erosinya.

Banuwa (2001), dalam penelitiannya menjelaskan, intensitas hujan dan kemiringan lereng sangat nyata mempengaruhi dinamika aliran permukaan dan erosi. Semakin besar intensitas hujan maka energi tumbuk butir-butir hujan semakin besar, sehingga kemampuan untuk memecah agregat tanah semakin besar. Begitu juga kedalaman hujan (volume hujan) dan kecepatan aliran yang diakibatkan oleh kemiringan lereng juga mempercepat aliran permukaan, sehingga kapasitas transportasinya untuk membawa bahan – bahan tanah semakin besar yang gilirannya juga akan memperbesar erosi. Dari penelitiannya juga menyimpulkan peningkatan intensitas hujan 1mm/jam menyebabkan peningkatan kedalaman hujan 0,03 – 0,23mm dan erosi 0,02 – 0,31 ton/ha.

2.2. Bentuk – Bentuk Erosi

Bentuk – bentuk erosi yang dikemukakan oleh Morgan (1979), adalah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2
Bentuk – bentuk Erosi oleh Morgan, dalam Sutedjo dan Kartasapoetra, (1991).

Hardjowigena (1995), juga menyatakan erosi dibedakan menjadi dua macam yaitu erosi geologi (*geological erosion*) dan erosi dipercepat (*accelerated erosion*), erosi geologi merupakan erosi yang berjalan sangat lambat dimana jumlah tanah yang tererosi sama dengan jumlah tanah yang terbentuk dan tidak berbahaya karena terjadi dalam keseimbangan alami, sedangkan erosi dipercepat merupakan erosi yang dipercepat, hal ini disebabkan oleh kegiatan manusia yang

mengganggu keseimbangan alam, jumlah tanah yang tererosi lebih banyak dari pada tanah yang terbentuk sehingga tanah dipermukaan (*top soil*) menjadi hilang.

Menurut Hardjowigeno (1995), bentuk erosi atau jenis – jenis erosi dipaparkan sebagai berikut:

1. Pelarutan, terjadi pada tanah kapur yang mudah dilarutkan air sehingga didaerah kapur sering ditemukan sungai – sungai di bawah tanah.
2. Erosi percikan (*splash erosion*), curah hujan yang jatuh langsung ketanah dapat melempar butir – butir tanah ke udara sampai beberapa cm tergantung dari diameter butiran hujan dan kondisi lahan, di daerah yang berlereng tanah yang terlempar tersebut jatuh kelereng di bawahnya.
3. Erosi lembar (*sheet erosion*), pemindahan tanah terjadi lembar demi lembar, lapis demi lapis mulai dari lapisan yang paling atas. Erosi ini sepiantas tidak terlihat, karena kehilangan lapisan – lapisan tanah seragam, tetapi dapat berbahaya karena pada suatu saat seluruh *top soil* akan habis.
4. Erosi alur (*riil erosion*), erosi ini dimulai dengan genangan – genangan kecil setempat disuatu lereng, maka bila air dalam genangan tersebut mengalir, terbentuklah alur – alur bekas aliran air tersebut. Alur – alur tersebut mudah dihilangkan dengan pengolahan tanah biasa.
5. Erosi gully (*gully erosion*), erosi ini merupakan lanjutan dari erosi alur, karena alur yang terus – menerus digerus oleh aliran air terutama daerah – daerah yang banyak hujan, maka alur – alur tersebut menjadi dalam dan lebar yang diakibatkan oleh aliran air yang kuat. Alur – alur tersebut tidak dapat hilang dengan pengolahan tanah biasa.

6. Erosi parit (*channel erosion*), parit – parit yang besar sering masih terus mengalir lama setelah hujan berhenti, aliran air dalam parit ini dapat mengikis dasar parit atau dinding – dinding (tebing) parit di bawah permukaan air, sehingga tebing di atasnya dapat runtuh ke dasar parit.
7. Longsor, tanah longsor terjadi karena gaya gravitasi, biasanya dibagian bawah tanah terdapat lapisan licin dan kedap air (sukar ditembus air) seperti batuan liat. Saat musim hujan tanah di atasnya menjadi jenuh air, sehingga tanah menjadi lebih berat dan akan bergeser kebawah melalui lapisan yang licin tersebut sebagai tanah longsor.

Curah hujan yang lama dengan intensitas yang besar dapat memberikan efek erosi yang besar, dalam kondisi ini tanah yang telah jenuh air dan akan mengalirkan air melalui permukaan tanah.

2.3. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Erosi

Banyak faktor yang mempengaruhi besarnya erosi, menurut Hardjowigeno(1995), ada 5 faktor yang mempengaruhi besarnya erosi tersebut antara lain: (1) curah hujan, (2) kepekaan tanah, (3) lereng, (4) vegetasi, dan (5) manusia.

2.3.1. Curah Hujan

Sifat – sifat hujan yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah butiran hujan, intensitas hujan, jumlah hujan, dan distribusi hujan. Butiran hujan sangat bervariasi, dalam penelitian ini butiran hujan akan diambil diameter 1mm sampai dengan 6 mm. Menurut Arsyad (1982), butiran hujan yang jatuh akan mendapat

tahanan udara sehingga butiran akan pecah menjadi lebih kecil, inilah sebabnya mengapa butiran hujan pada umumnya diameternya tidak lebih dari 7mm, yang jelas butiran hujan akan berpengaruh terhadap kecepatan jatuhnya, semakin besar diameter butiran hujan berarti kecepatan jatuh butiran meningkat. Besarnya curah hujan adalah volume air yang jatuh pada suatu areal tertentu, oleh karena itu besarnya curah hujan dapat dinyatakan dalam tinggi air yaitu milimeter (mm).

Intensitas hujan akan menunjukkan tingginya curah hujan per satuan waktu, yang mana dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam. Jumlah hujan akan menunjukkan banyaknya air hujan selama terjadi hujan dalam kurun waktu tertentu, sedangkan distribusi hujan akan menunjukkan penyebaran waktu terjadinya hujan. Sifat-sifat hujan tersebut yang besar pengaruhnya terhadap erosi adalah intensitas hujan. Menurut Arsyad (1982), intensitas hujan dapat diklasifikasikan seperti Tabel.2.1.

Tabel 2.1
Klasifikasi Intensitas Hujan

Intensitas (mm/jam)	Klasifikasi
0 - 5	Sangat kecil
6 - 10	Kecil
11 - 25	Sedang
26 - 50	Agak besar
51 - 75	Besar
> 75	Sangat besar

Sumber: Arsyad, 1982.

Dari tabel tersebut bisa diartikan bahwa pada penelitian yang dilakukan saat ini adalah termasuk klasifikasi intensitas hujan agak besar sampai dengan besar.

Sedikit disinggung di muka, bahwa tanah yang tererosi pada umumnya tanah dihancurkan lebih dahulu sampai butir – butir tanah terpisah satu sama lain. Penghancuran tanah ini disamping menjadi mudah untuk diangkut ke tempat lain, juga partikel tanah akan menyumbat pori – pori tanah dan berakibat resapan air kedalam tanah akan berkurang. Akibatnya aliran permukaan menjadi lebih besar dan kemungkinan terjadi erosi akan meningkat. Pada umumnya erosi terbesar akan terjadi apabila volume jumlah hujan yang jatuh besar dan dengan intensitas yang besar pula.

2.3.2. Kepekaan Tanah

Bennet, dalam Arsyad (1982), adalah merupakan orang pertama yang mengemukakan adanya perbedaan kepekaan untuk tanah tererosi, dari berbagai jenis tanah yang berbeda. Kepekaan erosi tanah dalam bahasa inggris dinyatakan sebagai “*soil erosivity*” oleh Middleton (1930) dan oleh Cook (1936) disebut “*soil erodibility*”. Middleton merupakan orang pertama yang menyajikan indeks erodibilitas tanah berdasarkan data analisa laboratorium. Tanah di lapangan dibedakan menjadi tanah peka terhadap erosi dan tanah tahan terhadap erosi, sifat – sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan tanah terhadap erosi antara lain: tekstur tanah, bentuk dan kemantapan struktur tanah, kapasitas infiltrasi atau permeabilitas tanah, dan kandungan bahan organik.

Tekstur tanah, tanah dengan tekstur kasar akan tahan terhadap erosi karena butiran tanahnya besar sehingga memerlukan tenaga yang besar pula dalam pengangkutannya. Tanah dengan tekstur halus seperti liat juga tahan terhadap erosi karena daya kohesinya kuat, sehingga gumpalannya sukar dihancurkan. Sedangkan

tekstur tanah yang paling peka terhadap erosi adalah debu (0,002-0.05mm) dan pasir yang sangat halus (0.05-0.1mm), makin tinggi kandungan debu dalam tanah maka makin peka tanah itu terhadap erosi.

Bentuk struktur tanah yang membulat seperti : granuler, remah, dan gumpal membulat akan menghasilkan tanah dengan porositas tinggi sehingga air mudah meresap ke dalam tanah dan aliran permukaan menjadi kecil. Untuk struktur tanah yang tidak mantap maka akan mudah hancur menjadi butiran halus jika terkena pukulan air hujan, yang akhirnya menyumbat pori – pori tanah, akibatnya aliran permukaan meningkat, sehingga erosi juga meningkat.

Kapasitas infiltrasi tanah yang besar, menunjukkan air mudah meresap ke dalam tanah sehingga aliran permukaan kecil, akibatnya erosi juga kecil. Kapasitas infiltrasi tanah ini dipengaruhi oleh porositas dan kemantapan struktur tanahnya. Sedang kandungan bahan organik tanah akan menentukan kepekaan tanah terhadap erosi, Tanah yang cukup mengandung bahan organik umumnya struktur tanahnya menjadi mantap, sehingga tahan terhadap erosi.

Bahan organik pada umumnya banyak ditemukan di lapisan tanah bagian atas (*top soil*). Menurut Suripin (2001), jumlah bahan organik ini tidak besar kurang lebih berkisar 3% sampai dengan 5%, namun hal ini sangat memegang peranan penting dalam menentukan sifat – sifat tanah.

Coster, dalam Arsyad (1982), dalam penelitiannya di berbagai tempat di pulau Jawa menunjukkan bahwa tanah regosol dari bahan vulkan dan tanah grumosol dari bahan induk mergel merupakan tanah yang peka erosi dibandingkan dengan tanah andosol atau latosol yang terbentuk dari batuan vulkan. Penetapan kepekaan erosi berbagai tanah secara nisbi dari hasil pengamatan lapangan adalah

sulit. Suatu tanah yang mempunyai kepekaan rendah mungkin akan mengalami erosi yang berat jika tanah tersebut terletak pada lereng yang curam dan panjang serta curah hujan dengan intensitas yang selalu tinggi. Sebaliknya suatu tanah yang mempunyai kepekaan erosi yang tinggi, mungkin memperlihatkan gejala erosi yang ringan atau tidak memperlihatkan adanya erosi jika terdapat pada lereng yang landai, dengan tanaman penutup tanah yang baik dan hujan yang tidak berintensitas tinggi.

Menurut Hardjowigeno (1995), makin tinggi nilai faktor erodibilitas tanah (K), tanah makin peka terhadap erosi. Di bawah disajikan tabel nilai faktor erodibilitas tanah (K) untuk beberapa jenis tanah di Indonesia.

Tabel 2.2
Nilai Erodibilitas (K) untuk Beberapa Jenis Tanah di Indonesia

No	Jenis tanah	Nilai K
1.	Latosol (Oxic sub group)	0,02 gram/joule
2.	Mediteran merah kuning (Alfisol)	0,05 gram/joule
3.	Mediteral (Alfisol)	0,21 gram/joule
4 .	Podsolik merah kuning (ultisol)	0,15 gram/joule
5.	Regosol (inceptisol, entisol)	0,11 gram/joule
6.	Grumosol (vertisol)	0,24 gram/joule

Sumber : Arsyad, S dalam Hardjowigeno. S. (1995)

Untuk mendapatkan nilai K dengan cara pengukuran erosi dan curah hujan di lapangan akan memakan waktu dan biaya yang mahal, maka Wischmeier (1969), menggunakan suatu cara dalam pendugaan nilai faktor K dengan memakai 5 parameter, yaitu :

1. Kandungan debu (%) + kandungan pasir sangat halus (0,05 – 0,10mm),
2. Kandungan pasir, prosen pasir (0,10 – 2,0mm),
3. Tanah ,kandungan bahan organik (O) dalam %,
4. Struktur tanah (S) dan,
5. Permeabilitas tanah (P).

2.3.3. Lereng

Lereng yang semakin curam dan semakin panjang akan meningkatkan besarnya erosi, jika lereng semakin curam maka kecepatan aliran permukaan meningkat sehingga daya angkutnya juga meningkat. Lereng yang semakin panjang, berarti volume air yang mengalir semakin besar. Sehingga kecepatan aliran juga semakin besar dan benda yang bisa diangkut akan lebih banyak.

Tabel 2.3 di bawah menunjukkan besarnya erosi dari kemiringan tanah yang ada dengan curah hujan 500 mm dan lamanya 164 jam.

Tabel 2.3
Pengaruh Kemiringan Tanah Terhadap Erosi
(Curah hujan 500 mm, lamanya 164 jam)

Kemiringan tanah (%)	Erosi(ton/ha)	Pertambahan Erosi (%)
5	33,25	0,00
10	100,25	201,5
15	167,75	67,33
20	228,25	36.06

Sumber : Sutedjo dan Kartasaputra (1991).

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa, setiap penambahan angka kemiringan lereng, maka bertambah pula hasil erosi yang didapat dan bisa

dikatakan rata-rata mencapai kurang lebih 65 ton/ha sampai dengan 67 ton/ha setiap penambahan lereng lima derajat atau berkisar 36,06% sampai dengan 201,5%.

2.3.4. Vegetasi

Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah menghalangi air hujan agar tidak langsung jatuh di permukaan tanah sehingga kekuatan untuk menghancurkan tanah berkurang, menghambat aliran permukaan dan memperbanyak air meresap kedalam tanah. Tabel 2.4 tentang pengaruh macam tanaman terhadap erosi dari hasil penelitian selama 100 hari yang dilakukan di daerah Jonggol, dari sumber yang ada tidak disebutkan jenis tanah, kemiringan lereng dan intensitas hujannya, namun demikian dari hasil yang ada menunjukkan adanya pengurangan jumlah erosi yang sangat berarti, untuk tanah tanpa tanaman dengan tanah yang diberi tanaman.

Tabel 2.4
Pengaruh Macam Tanaman Terhadap Erosi
(Hasil Penelitian 100 hari di daerah : Jonggol)

Macam Tanaman	Erosi (ton/ha)
Tanpa tanaman (gundul)	91,95
Centrosema	28,67
Kacang tanah	21,07

Sumber : Pub. No. 11/1975, LPT-Bogor.

2.3.5. Manusia

Kepekaan tanah terhadap erosi dapat diubah oleh manusia menjadi lebih baik atau menjadi lebih buruk, pengaruh baik akan terjadi apabila manusia melakukan pembuatan teras – teras pada tanah yang berlereng curam karena bisa mengurangi erosi, sebaliknya perbuatan manusia yang melakukan penggundulan hutan di daerah pegunungan merupakan hal yang tidak terpuji, karena bisa menyebabkan erosi.

Tanah yang tanpa adanya konservasi disimbulkan dengan nilai $P = 1,0$ (petak baku). Dalam hal ini, manusia berpengaruh tidak langsung terhadap erosi, hal ini meliputi tindakan manusia dalam cara mengelola pemanfaatan tanah, baik lahan pertanian maupun perkebunan. Penggunaan tanah yang tidak bijak akan mengganggu keseimbangan alam dalam faktor mempercepat terjadinya erosi. Besarnya pengaruh manusia ditentukan oleh kegiatan manusia seperti dalam pengolahan tanah, tanaman, tindakan pengawetan atau konservasi tanah.

2.4. Sifat Umum Tanah

Tanah menurut bahan asalnya dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu tanah mineral dan tanah organik. Tanah mineral berasal dari pelapukan batuan, tanah organik berasal dari sisa – sisa tanaman maupun hewan yang telah mati.(Abdullah, 1993). Sedangkan Hardjowigeno (1995), mengatakan tanah merupakan kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horison – horison, terdiri dari campuran media untuk tumbuhnya tanaman.

Tanah merupakan bahan atau material yang tidak homogen dan terdiri dari berbagai partikel padat dan rongga (pori-pori). Partikel padat diantaranya berupa

butiran-butiran sedangkan pori-pori tanah berupa udara, air atau campuran udara dan air. Nama butiran atau istilah kerikil, pasir, lanau dan lempung digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas tanah yang telah ditentukan, kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran lebih dari satu macam ukuran partikel, begitu juga istilah atau nama – nama tanah yang digunakan banyak sekali jenisnya dan satu diantaranya adalah jenis tanah regosol kelabu dan jenis tanah ini yang akan digunakan dalam penelitian.

2.5. Sifat - sifat Tanah Regosol Kelabu

Dalam cerita kuno sering dikatakan bahwa bumi nusantara ini adalah tanah yang subur gemah ripah lohjinawi, hal ini ternyata tidak semuanya benar, karena dalam kenyataan masih banyak juga tanah yang tidak subur yang sering disebut tanah *marginal*, tanah yang demikian rendah kandungan unsur haranya dan bereaksi masam. Tanah yang subur umumnya tanah – tanah yang berasal dari gunung berapi atau bahan aluvial baru.

Jenis – jenis tanah (*great group*) menurut sistem pusat penelitian tanah (dalam ilmu tanah Hardjowigeno, 1995) meliputi : organosol, litosol, rendzina, grumosol, gleisol, aluvial, arenosol, andosol, latosol, brunizem, kambisol, nitosol, podsolik, mediteran, planosol, podsol, oksisol dan regosol.

Tanah regosol (tanah pasiran) merupakan tanah yang sangat muda dan terdapat diatas endapan mineral lunak yang dalam dan tidak keras. Tanah regosol kelabu ini tidak berbatu besar dan terdapat didaerah gump pasir *loess*. Menurut Brady (1982), tanah regosol adalah tanah yang sangat muda, dengan ciri umum perkembangan profil kurang nyata dan perkembangannya ditentukan oleh iklim

setempat. Jenis tanah ini mempunyai kandungan bahan organik 1,4% dan nitrogen 0,06% (termasuk rendah), kandungan air dan lempung (6,41%) juga rendah, sehingga penggunaan tanah ini jika digunakan untuk lahan pertanian agak terbatas.

Sifat-sifat tanah regosol yang lain adalah bertekstur kasar ditentukan oleh bahan induknya, struktur kersai dan remah, permeabilitas lambat sampai dengan sedang, kapasitas pertukaran kation rendah, permeabilitasnya ditentukan oleh tekstur dan strukturnya. Pengaruh tekstur terhadap permeabilitas cukup besar dan yang berpengaruh adalah fraksi pasirnya.

2.6. Pendugaan Erosi

Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT) atau USLE dikembangkan di USDA-SCS (*United State Departement of Agriculture-Soil Conservation Services*) bekerja sama dengan Universitas Purdue oleh Wischmeier and Smith, 1965. Berdasarkan analisis statistik terhadap lebih dari 10.000 tahun data erosi dan aliran permukaan, parameter fisik dan pengelolaan dikelompokkan menjadi lima variabel utama.

Para ahli dalam menelaah dan memperhitugkan terjadinya erosi selalu memanfaatkan lima faktor, *Soil Conservation Service USDA (United States Departement of Agriculture)* dan memperhitungkan kelima faktor tersebut dalam menentukan metode pendugaan besar erosi tanah, dengan rumus USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikemukakan oleh Wischmeier dan Smith dalam Suresh (1997), dimana rumus ini banyak digunakan di negara – negara lain termasuk Indonesia. Rumus tersebut adalah :

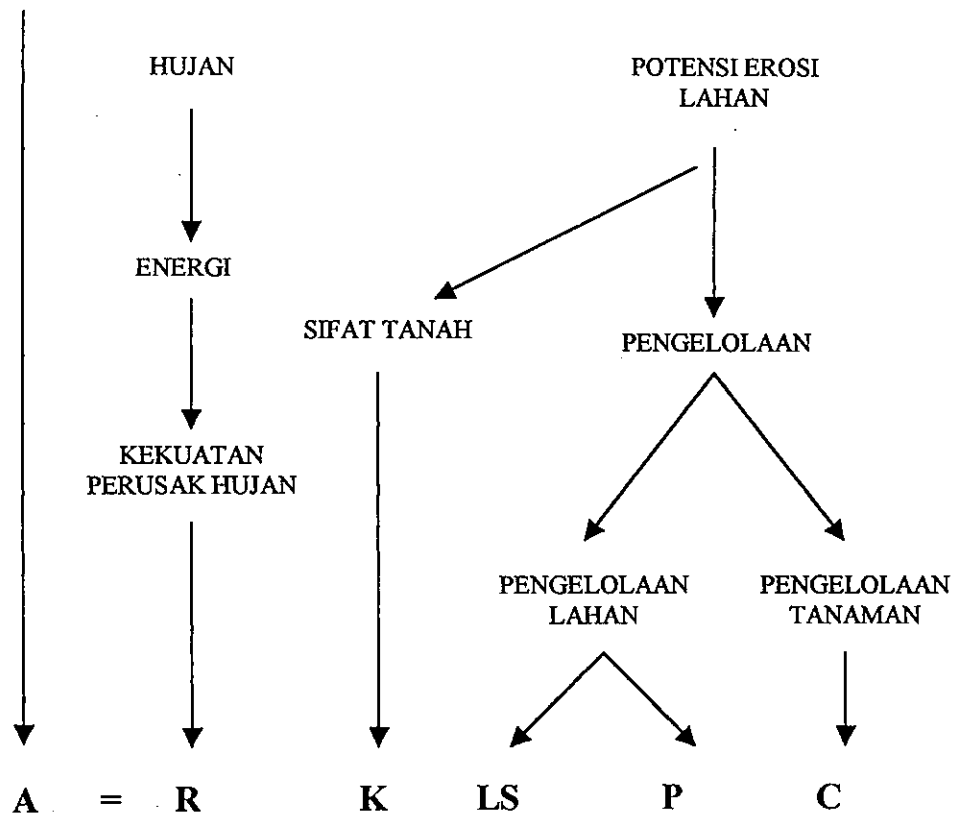
$$A = R . K . L . S . C . P \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- A = banyaknya tanah tererosi per satuan luas per satuan waktu, yang dinyatakan sesuai dengan satuan K dan periode R yang dipilih, dalam praktek dipakai satuan ton/ha/tahun.
- R = faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan, yaitu jumlah satuan indeks erosi hujan, yang merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dan intensitas hujan maksimum 30 menit (I_{30}), tahunan dalam KJ/ha).
- K = faktor erodibilitas tanah, yaitu laju erosi per indek erosivitas hujan (R) untuk suatu tanah yang diperoleh dari petak percobaan dengan panjang 22,13 m dan kemiringan lereng 9% tanpa tanaman, dalam satuan ton/KJ.
- LS = faktor panjang – kemiringan lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi per indeks erosi dari suatu lahan dengan panjang dan kemiringan lahan tertentu terhadap besarnya erosi dari plot lahan dengan panjang 22,13 m dan kemiringan 9% dibawah keadaan yang identik, tidak berdimensi.
- C = faktor tanaman penutup lahan dan manajemen tanaman, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari suatu lahan dengan penutup tanaman dan manajemen tanaman tertentu terhadap lahan yang identik tanpa tanaman,tidak berdimensi.
- P = faktor tindakan konservasi praktis, yaitu nisbah antara besarnya nilai lahan dengan tindakan konservasi praktis dengan besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik, tidak berdimensi.

Model USLE persamaan tersebut diatas dapat digambarkan secara skematis seperti pada Gambar 2.3. Adapun penjelasan parameter USLE adalah sebagai berikut:

BESARNYA EROSI
YANG AKAN TERJADI
SEBAGAI FUNGSI



Gambar 2.3
Penjelasan Parameter Persamaan USLE (Suripin,2001)

2.6.1. Faktor Erosivitas hujan,(R)

Di daerah beriklim basah faktor yang mempengaruhi erosi adalah hujan. Besarnya curah hujan, intensitas hujan, dan distribusi hujan menentukan kekuatan

dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kecepatan aliran permukaan dan kerusakan erosi.

Di muka telah dinyatakan bahwa, besarnya curah hujan adalah volume air yang jatuh pada suatu areal tertentu, dan dapat dinyatakan dalam m^3 /satuan luas atau secara umum dinyatakan dalam satuan tinggi air yaitu milimeter (mm).

Indeks daya erosi (erosivitas) curah hujan (R) merupakan rata-rata daya erosi curah hujan. Menurut Suresh (1997) nilai R dinyatakan sebagai berikut:

$$R = E_k \times h_{Total} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

R = Erosivitas KJ/ha, J/m^2 .

E_k = Energi kinetik KJ/ha/mm, $J/m^2/mm$.

h_{Total} = total kedalaman air hujan (mm)

Energi kinetik hujan merupakan faktor yang paling utama dalam erosi akibat air hujan. Energi kinetik hujan adalah nilai energi total yang terjadi akibat transformasi jatuh butiran hujan menjadi energi mekanik yang memberikan nilai pada suatu intensitas tertentu dan merupakan estimasi dari distribusi ukuran butir hujan untuk intensitas tersebut.

Energi kinetik hujan dapat menyebabkan hancurnya agregat permukaan tanah sehingga mempermudah pengangkutan bila terjadi aliran permukaan. Hudson (1985), menyatakan bahwa energi kinetik dapat dihitung dengan menggunakan rumus dasar sebagai berikut :

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

E_k = energi kinetik ($J/m^2/mm$)

m = massa butiran hujan (kg)

v = kecepatan jatuh butiran hujan (m/detik)

Bertambahnya jumlah butiran hujan akan diikuti dengan peningkatan energi kinetik hujan. Karena kejadian hujan pada *rainfall simulator* terdapat berbagai ukuran, maka energi kinetik dihitung juga dengan persamaan 2.4 (*Instruction manual*, 1998).

$$E_k = 11,87 + 8,73 \log I \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

E_k = energi kinetik (joule/m²/mm)

I = Intensitas hujan (mm/jam).

Wischmeier dan Smith (1978), menyatakan bahwa dari analisis regresi ternyata besarnya erosi pada tanah tanpa tanaman berkorelasi dengan hasil kali dua macam sifat hujan, yaitu total energi kinetik (E_k) dan intensitas hujan maksimum selama 30 menit (I_{30}), oleh sebab itu hasil kali kedua sifat hujan tersebut diambilnya untuk menilai erosivitas hujan, yang kemudian disebut indeks erosivitas hujan, EI_{30} . Begitu juga Arsyad (1982), menyimpulkan bahwa, kemampuan hujan untuk menimbulkan atau menyebabkan erosi itu dinamai daya erosi hujan atau erosivitas hujan. Dalam hal ini daya erosi hujan ditentukan oleh intensitas hujan, diameter butir-butir hujan, kecepatan jatuh butir-butir hujan dan kecepatan angin.

Hudson dalam Arsyad (1982), berpendapat bahwa kemampuan hujan di daerah tropika untuk menimbulkan erosi lebih besar dari pada hujan di daerah beriklim sedang.

2.6.2 Faktor Erodibilitas Tanah, (K)

Arsyad (1982), mendefinisikan faktor kepekaan erosi tanah adalah sebagai laju erosi per satuan indek erosi untuk suatu tanah dalam keadaan standar. Keadaan standar yang dimaksud adalah tanah yang terbuka tidak ada vegetasi sama sekali, pada lereng 9% dengan bentuk lereng yang rata, dengan panjang lereng 72,6 kaki atau 22,6 m. Nilai faktor kepekaan erosi tanah yang ditandai dengan huruf K, dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$K = \frac{A}{EI_{30}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

K = nilai faktor kepekaan erosi

A = besarnya erosi dari tanah dalam keadaan standar (ton/ha)

EI₃₀ = indeks erosi hujan KJ/ha, J/m².

Menurut Suresh (1997), nilai K dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{A}{LS \times \Sigma EI} \dots\dots\dots (2.6)$$

keterangan :

A = besarnya laju kehilangan tanah (ton/ha)

LS = panjang dan kemiringan lereng (%)

ΣEI = total erosivitas hujan KJ/ha, J/m².

Makin besar nilai K, makin besar pula tingkat kepekaan tanah tersebut terhadap erosi.

Young et. al. dalam Suripin (2001), menyatakan bahwa erodibilitas tanah merupakan sifat tanah yang dinamis, yang bervariasi terhadap waktu, kelengasan tanah, suhu tanah, pengolahan tanah, gangguan manusia atau binatang, serta faktor biologi dan kimia. Faktor yang mempunyai pengaruh besar terhadap variasi erodibilitas tanah tersebut adalah suhu tanah, tekstur tanah, dan kelengasan tanah.

Menurut Baver (1976), faktor terpenting yang mempengaruhi kepekaan erosi tanah adalah sifat fisik tanah. Dua sifat fisik tanah dalam mempengaruhi erosi dan air limpasan adalah: (1) kapasitas infiltrasi dan (2) daya tahan tanah terhadap dispersi. Untuk kepentingan praktis maka nilai K dapat diestimasi dengan nomografi yang dikembangkan oleh Wischmeier, et.al.dalam Morgan (1985). Sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 2 - 4, atau dengan menggunakan rumus:

$$K = [2,713 \times 10^{-4} (12-O) M^{1,14} + 3,25 (S-2) + 2,5 \frac{(P-3)}{100}] \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

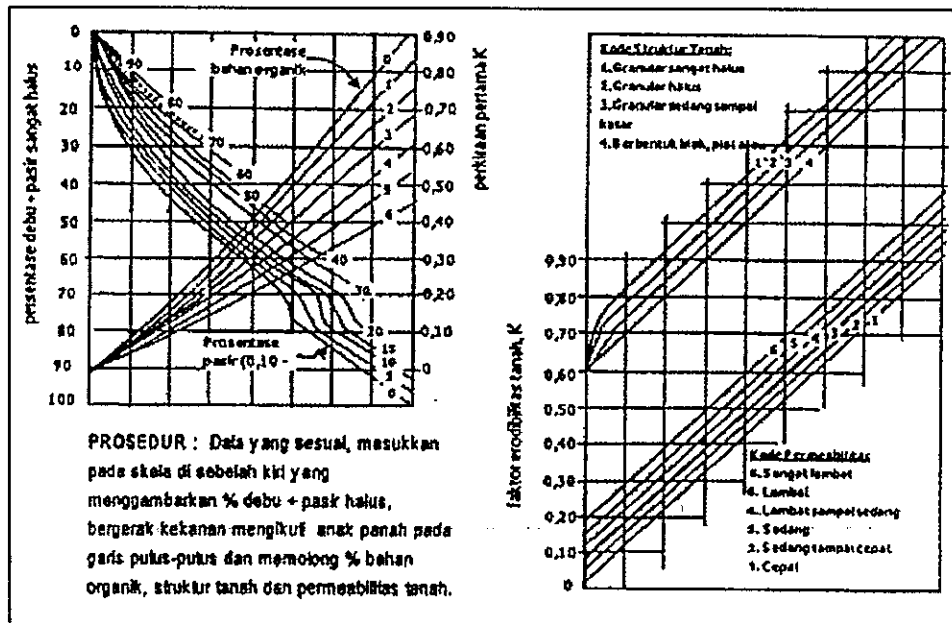
K = Faktor erodibilitas tanah,

O = Prosentase bahan organik (%).

M = Klas tekstur tanah,

S = Kode struktur tanah yang digunakan dalam klasifikasi tanah (mm).

P = Klas permeabilitas tanah (cm/jam).



Gambar 2.4
Nomograf erodibilitas tanah (K) untuk satuan metrik
 (Sumber: Wischmeier dalam Morgan, 1985)

Dalam mendapatkan nilai faktor erodibilitas tanah (K), perlu besarnya prosentase debu + pasir sangat halus, Prosentase pasir, prosentase bahan organik, mengetahui struktur tanah dan mengetahui angka permeabilitas tanah, semua ini bisa dilakukan pengujian di laboratorium. Dalam hal ini debu mempunyai ukuran diameter butiran (0,002 – 0,05)mm, pasir sangat halus mempunyai ukuran butiran (0,05 – 0,1)mm, Pasir mempunyai ukuran butiran (0,1–2,0) mm. Untuk struktur tanah dan permeabilitas diperlukan analisa lebih lanjut untuk mendapatkan kode, sesuai dengan jenis tanah yang digunakan dalam pengujian.

Tabel 2.5
Kode Struktur Tanah (S) untuk Menghitung Nilai K Dengan Nomograf

Kelas struktur tanah (ukuran diameter)	Kode
Granuler sangat halus (< 1 mm)	1
Granuler halus (1 sampai 2 mm)	2
Granuler sedang sampai kasar (2 sampai 10 mm)	3
Berbentuk blok, blocky, liat, pasif	4

Sumber : Suripin, (2001)

Tabel 2.6
Kode Permeabilitas Tanah (P) untuk Menghitung nilai K Dengan Nomograf

Kelas permeabilitas	Kecepatan (cm/jam)	Kode
Sangat lambat	< 0,5	1
Lambat	0,5 - 2,0	2
Lambat sampai sedang	2,0 - 6,3	3
Sedang	6,3 - 12,7	4
Sedang sampai cepat	12,7 - 25,4	5
Cepat	> 25,4	6

Sumber : Suripin, (2001)

Tabel 2.7
Nilai M untuk Beberapa Tekstur Tanah

Kelas Tekstur Tanah	Nilai M
Lempung berat	210
Lempung sedang	750
Lempung pasir	1213
Lempung ringan	1685
Geluh lempung	2160
Pasir lempung liatan	830
Geluh lempungan	2830
Pasir	3035
Pasir geluhan	1245
Geluh lempungan	3770
Geluh pasir	4005
Geluh	1390
Geluh liatan	6330
Liat	8245
Campuran merata	4000

Sumber: Suripin, (2001)

2.6.3. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng,(LS)

Faktor LS, merupakan kombinasi antara faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) yang mana merupakan nisbah besarnya erosi dari suatu lereng dengan panjang dan kemiringan tertentu terhadap besarnya erosi dari plot lahan dengan panjang 22,13 m dan kemiringan 9%. Nilai LS untuk sembarang panjang dan kemiringan lereng dapat dihitung dengan persamaan yang dipaparkan oleh Wischmeier dan Smith, dalam Morgan, (1985).berikut ini:

$$LS = [(L/22)^Z (0,065 + 0,0456S + 0,006541S^2)] \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

L = Panjang lereng (m)

S = Kemiringan lereng (derajat)

Z = Konstanta, besarnya bervariasi tergantung besarnya S

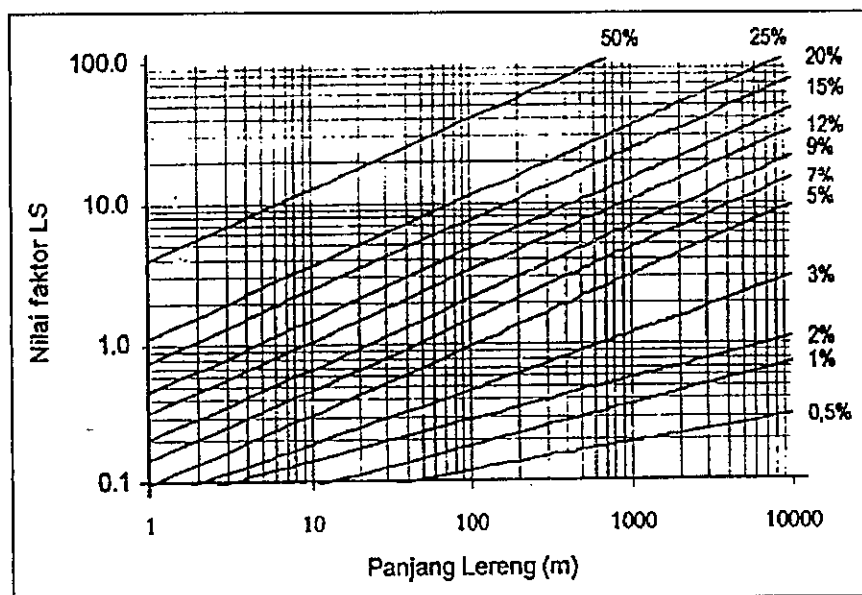
Z = 0,5 jika $S > 5\%$; Z = 0,4 jika $5\% > S > 3\%$;

Z = 0,3% jika $3\% > S > 1\%$; dan Z = 0,2 jika $S \leq 1\%$.

Jika S dinyatakan dalam derajat, maka persamaan yang digunakan adalah:

$$LS = (L/22)^Z (65,41 \sin^2 S + 4,56 \sin S + 0,065) \dots\dots\dots(2.9)$$

Nilai LS juga dapat diperoleh dengan menggunakan nomograf yang diperlihatkan dalam gambar 2.5.



Gambar 2.5. Nomograf Faktor Panjang-Kemiringan Lereng (LS)

2.6.4. Faktor Tanaman Penutup dan Manajemen Tanaman, (C)

Faktor tanaman merupakan rasio dari tanah yang hilang pada tanaman tertentu dengan tanah gundul (tanpa adanya tanaman). Pada tanah gundul (petak baku) nilai $C = 1,0$. Tanah yang terbuka tanpa adanya vegetasi akan banyak menimbulkan erosi sedang tanah yang tertutup rapat oleh tanaman penutup tanah yang baik, seperti rumput dan lain sebagainya akan terhindar dari erosi.

Nilai faktor C untuk berbagai tanaman dan pengelolaan tanaman yang bersumber dari berbagai penelitian, disajikan pada Tabel berikut ini.

Tabel 2.8
Nilai Faktor C (pengelolaan tanaman)

No.	Macam penggunaan lahan	Nilai faktor C
1	Tanah terbuka tanpa tanaman	1,0
2	Hutan atau semak belukar	0,001
3	Savannah dan prairie dalam kondisi baik	0,01
4	Savannah dan prairie yang rusak untuk penggembalaan	0,1
5	Sawah	0,01
6	Tegalan tidak dispesifikasi	0,7
7	Ubi kayu	0,8
8	Jagung	0,7
9	Kedelai	0,399
10	Kentang	0,4
11	Kacang tanah	0,2
12	Padi gogo	0,561
13	Tebu	0,2
14	Pisang	0,6
15	Akar wangi (sereh wangi)	0,4
16	Rumput bedé (tahun pertama)	0,287
17	Rumput bedé (tahun kedua)	0,002

18	Kopi dengan penutup tanah buruk	0,2
19	Talas	0,85
20	Kebun Campuran:	
	Kerapatan tinggi	0,1
	Kerapatan sedang	0,2
	Kerapatan rendah	0,5
21	Perladangan	0,4
22	Hutan alam:	
	Seresah banyak	0,001
	seresah sedikit	0,005
23	Hutan produksi:	
	Tebang habis	0,5
	Tebang pilih	0,2
24	Semak belukar, padang rumput	0,3
25	Ubi kayu + kedelai	0,181
26	Ubi kayu + kacang tanah	0,195
27	Padi – sorghum	0,345
28	Padai – kedelai	0,417
29	Kacang tanah - gude	0,495
30	Kacang tanah + kacang tunggak	0,571
31	Kacang tanah + mulsa jerami 4t/ha	0,049
32	Padi - mulsa jerami 4t/ha	0,096
33	Kacang tanah - mulsa jagung 4t/ha	0,128
34	Kacang tanah - mulsa Crotalaria 3t/ha	0,136
35	Kacang tanah - mulsa kacang tunggak	0,259
36	Kacang tanah mulsa jerami 2t/ha	0,377
37	Padi - mulsa Crotalaria 3t/ha	0,387
38	Pola tanaman tumpang gilir- mulsa jerami	0,079
39	Pola tanaman berurutan + mulsa sisa tanaman	0,357
40	Alang - alang murni subur	0,001
41	Padang rumput (stepa) dan savana	0,001
42	Rumput Brachiaria	0,002

Sumber: Dari berbagai sumber yang dihimpun dalam Sarief dan Arsyad dalam Suripin (2001)

2.6.5. Faktor Konservasi Praktis, (P)

Nilai faktor tindakan manusia dalam konservasi tanah (P) adalah nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi, (Suripin, 2001). Nilai P adalah 1,0 yang diberikan untuk lahan tanpa adanya tindakan pengendalian erosi.

Tabel 2.9
Nilai P Untuk Berbagai Tindakan Konservasi Tanah

No.	Tindakan khusus konservasi tanah		Nilai P
1	Tanpa tindakan pengendalian erosi		1,00
2	Teras bangku	Konstruksi baik	0,04
		Konstruksi sedang	0,15
		Konstruksi kurang baik	0,35
		Teras tradisional	0,40
3	Strip tanaman	Rumput Bahia	0,40
		Clotararia	0,64
		Dengan kontur	0,20
4	Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur	Kemiringan 0 - 8%	0,50
		Kemiringan 8 - 20%	0,75
		Kemiringan > 20%	0,90

Sumber : Arsyad,s, Seto, A.K. dalam Suripin (2001)

2.7. Pengukuran Erosi Tanah

Banyak model untuk memprediksi erosi lahan dan banyak juga literatur yang membahasnya, seperti Morgan (1988), dan Rahim (2000). Namun kebanyakan model – model yang ada adalah empiris, kemudian dikembangkan berdasarkan proses hidrologi dan fisis yang terjadi selama proses erosi dan pengangkutannya, dari suatu daerah aliran sungai (DAS) ke titik yang ditinjau.

Mengingat begitu rumitnya proses erosi lahan yang merupakan interaksi dari berbagai faktor, sehingga sampai saat ini belum ada model yang memenuhi persyaratan yang ada yaitu harus handal, berlaku secara universal, mudah digunakan, dan peka terhadap perubahan yang terjadi di DAS, atau dengan kata lain belum ada model – model percobaan yang mampu menerangkan fenomena ini dengan suatu hubungan sederhana dan mudah dalam penggunaannya. Sehingga sampai saat ini masih terbuka peluang untuk melakukan penelitian – penelitian yang berkaitan dengan bidang erosi.

Secara umum model predeksi erosi lahan dikelompokkan menjadi tiga, yaitu model fisik, model analog, dan model digital. Model digital terdiri : model deterministik, model stokastik, dan model empiris (parametrik). Kemudian model parametrik dikelompokkan menjadi model kotak hitam, model kotak kelabu, dan model kotak putih. Menurut Rahim (2000), pengukuran erosi lahan bisa dilakukan dengan cara: pendekatan laboratorium, pendekatan lapangan, pendekatan gabungan dan pendekatan permodelan.

Pada penelitian ini digunakan model fisik, yaitu model dalam bentuk yang lebih kecil dari keadaan sebenarnya dan dilaksanakan di laboratorium menggunakan seperangkat alat – peralatan *Rainfall Simulator*, dengan asumsi terdapat kesamaan dinamik antara model dengan keadaan sebenarnya. Pendekatan model fisik yang dilakukan dilaboratorium ini adalah melakukan pengukuran erosi tanah yang ditempatkan pada petak kecil dan diberi perlakuan hujan buatan. Adapun kondisi fisik seperti kepadatan tanah, keadaan penutup serta kemiringan lereng dan panjang lereng disimulasikan bergantung keadaan yang diinginkan. Keuntungan yang didapat dengan pengukuran di laboratorium adalah pengamatan

mekanisme dan proses terjadinya erosi bisa dilakukan secara detail. Percobaan di laboratorium tidak terbatas waktu dan dapat diterapkan untuk segala jenis tanah, dengan ini bisa menghemat waktu dan biaya.

2.8. Laju Erosi Yang Diperbolehkan

Besarnya erosi dan kemungkinan terjadinya banjir cukup beralasan mengingat wilayah Republik Indonesia mempunyai curah hujan yang tinggi, tanahnya peka erosi, ditunjang kemiringan lereng dan panjang lerengnya yang mendukung sekali terhadap besarnya erosi yang bakal terjadi.

Rahim (2000), menyatakan erosi yang diperbolehkan secara sederhana dapat dinyatakan sebagai suatu laju yang tidak boleh melebihi laju pembentukan tanah. Pengikisan di bagian atas akibat erosi selalu diikuti pembentukan tanah baru pada bagian bawah profil tanah, tetapi laju pembentukannya tidak mampu mengimbangi hilangnya tanah erosi.

Menurut Troeh, Hobbs dan Dpnahue dalam Rahim (2000), menyatakan sedikitnya ada empat faktor utama yang mempengaruhi laju erosi yang dapat ditoleransi tanpa kehilangan produktivitas tanah secara permanen. Keempat faktor tersebut adalah kedalaman tanah, tipe bahan induk, produktivitas relatif dari *topsoil* dan *subsoil*, dan jumlah erosi terdahulu.

Besarnya erosi maksimum yang diperbolehkan berkisar antara 2,5 sampai dengan 12,5 ton/ha/tahun untuk tanah –tanah di Amerika Serikat, sedang untuk tanah-tanah di Afrika Tengah besarnya erosi maksimum yang masih dapat dibiarkan untuk tanah berpasir sebesar 10 ton/ha/tahun, untuk tanah liat 12,5 ton/ha/tahun Sarief, dalam Suripin (2001).

Besarnya erosi tanah yang masih dapat dibiarkan berdasarkan keadaan tanah yang dikeluarkan oleh SCS-USDA ditampilkan pada Tabel 2 - 10.

Tabel 2.10
Batas Maksimum Laju Erosi Yang Dapat Diterima Untuk Berbagai Macam Kondisi Tanah.

Kondisi tanah	Laju Erosi (kg/m ² /th)	Sumber
Skala makro (misal DAS)	0,2	Morgan (1980)
Skala meso (misal lahan pertanian) :		
Tanah berlempung tebal dan subur (Mid-West,USA)	0,6 – 1,1	Wischmeier & Smith 1978
Tanah dangkal yang mudah tererosi	0,2 – 0,5	Hudson (1971) Smith & Stamey (1965)
Tanah berlempung tebal, yang berasal dari Endapan vulkanik (misal di Kenya)	1,3 – 1,5	Hudson (1971)
Tanah yang mempunyai kedalaman:		
- 25 cm	0,2	Arnoldus (1977)
25 - 50 cm	0,2 – 0,5	Arnoldus (1977)
50 - 100 cm	0,5 - 0,7	Arnoldus (1977)
100 - 150 cm	0,7 - 0,9	Arnoldus (1977)
> 150 cm	1,1	Morgan (1980)
Tanah tropika yang sangat mudah tererosi	2,5	Morgan (1980)
Skala mikro (misal daerah terbangun)	2,5	Morgan (1980)
Tanah dangkal diatas batuan	0,112	
Tanah dalam diatas batuan	0,224	
Tanah lapisan dalam padat diatas batuan lunak	0,448	Thomson, 1957
Tanah dengan permeabilitas lambat diatas batuan lunak	1,121	Sowardjo,dkk 1975
Tanah yang permeabel diatas batuan lunak	1.341	

Sumber : Suripin,(2001)

2.9. Uji Statistik

Dalam penyelesaian analisa digunakan analisis regresi, analisis regresi bertujuan untuk mencari bentuk kurva yang dapat mewakili data-data yang ada dan mengestimasi nilai data pada titik-titik diantara nilai-nilai yang sudah diketahui. Ada dua metode pendekatan didalam analisis regresi yang didasarkan pada jumlah kesalahan yang terjadi pada data, yaitu regresi kuadrat terkecil dan interpolasi (Triatmodjo B, 1992). Regresi kuadrat terkecil dipakai jika data menunjukkan adanya kesalahan cukup besar, untuk itu dibuat kurva tunggal yang mewakili trend secara umum dari data. Dimungkinkan sebagian data kurang benar, maka kurva tidak dipaksakan untuk melewati setiap titik. Kurva dibuat mengikuti pola data dari sekelompok data. Interpolasi dipakai jika data diketahui yakin benar, maka pendekatan yang dilakukan adalah membuat kurva atau sejumlah kurva yang melewati setiap titik.

Dalam menganalisis data, analisis regresi dipakai pada energi kinetik, dan tanah yang tererosi (*soil loss*) dari berbagai intensitas dan kemiringan lereng, Bentuk yang lain adalah regresi kuadrat terkecil yaitu jika kurva yang mewakili titik-titik percobaan merupakan garis lurus, sehingga persamaan yang digunakan adalah $g(x) = a + bx$ (Walpole dan Myers, 1995). Apabila dijumpai plot titik-titik pada sistem koordinat mempunyai trend kurva lengkung, maka persamaan diatas tidak bisa langsung digunakan. Untuk itu perlu dilakukan transformasi koordinat, sehingga plotting data bisa dipresentasikan dalam bentuk kurva tidak linear. Kurva tidak linier diantaranya adalah persamaan semi logaritma $Y = a + b \log x$ dan persamaan $Y = ax^b$, dengan sumbu y adalah energi kinetik (joule) dan *soil loss* (gr/m^2), masing-masing untuk regresi energi kinetik dan *soil loss*, sedang sumbu x

sebagai intensitas hujan (mm/jam) dan kemiringan lereng. Untuk mengetahui derajat kesesuaian dari persamaan yang didapat, dihitung nilai koefisien korelasi r . Jika diperoleh nilai $r = 1,0$ ditafsirkan suatu fungsi dapat dinyatakan sempurna, jika $r = 0$ dinyatakan sebaliknya. Koefisien korelasi ini dapat digunakan untuk memilih suatu persamaan dari beberapa alternatif yang ada, terutama didalam regresi garis tidak lurus. Dari banyak alternatif tersebut dipilih persamaan yang mempunyai nilai koefisien korelasi terbesar yaitu yang mendekati kearah nilai 1,0.

BAB 3

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Pendahuluan

Dalam melakukan penelitian, metode yang digunakan adalah eksperimen dengan membuat berbagai variasi intensitas hujan (30, 40, 50, 60) mm/jam dan berbagai kemiringan lereng ($2,5^{\circ}$, 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , dan 30°), secara garis besar kegiatan – kegiatan yang dilakukan meliputi: jenis kegiatan, tempat kegiatan dan waktu pelaksanaannya. Kegiatan - kegiatan tersebut dibagi menjadi tiga bagian yaitu (1) kegiatan di lapangan, (2) kegiatan di laboratorium dan (3) menganalisis data serta pembuatan laporan. Pada kegiatan di lapangan telah ditentukan bahwa tanah regosol kelabu yang diuji, diambil dari Jatinom Klaten. Laboratorium yang digunakan adalah laboratorium PAU Universitas Gajah Mada dan laboratorium Politeknik Negeri Semarang, sedang untuk menganalisis data dan pembuatan laporan, menggunakan perangkat komputer microsoft word dan untuk analisis data menggunakan program microsoft excel, dalam menyelesaikan kegiatan tersebut di atas akan memakan waktu kurang lebih 6 bulan.

3.2. Bahan dan Alat - Peralatan

Untuk menunjang kelancaran pelaksanaan pengujian di laboratorium, diperlukan berbagai persiapan bahan dan alat - peralatan. Bahan yang dimaksud adalah bahan yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan pengujian di laboratorium (habis pakai), artinya jika bahan tersebut telah selesai dipergunakan dalam kegiatan pengujian, maka bahan tersebut tidak lagi dipakai. Sedangkan yang dimaksud alat – peralatan adalah semua peralatan baik alat - alat kecil maupun alat

yang sifatnya besar, yang dipakai guna menunjang kelancaran pelaksanaan pengujian dan pengambilan data – data yang diperlukan untuk kegiatan di laboratorium.

3.2.1. Bahan – Bahan

Jenis dan bahan yang digunakan untuk percobaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tanah jenis regosol kelabu, sebagai tanah (benda uji) yang akan diteliti/ diuji di laboratorium, yang mana lokasi dan tempatnya sudah ditentukan.
2. Air, sebagai bahan untuk membuat hujan buatan melalui alat *rainfall simulator*, air ini ditempatkan di sebuah bak disamping alat *rainfall simulator*, air yang dipakai harus bersih, agar tidak merusak peralatan yang ada.
3. Papan kayu/ triplek ukuran (58 x 58) cm, yang diberi pegangan, fungsinya untuk meletakkan kertas saring yang sudah diberi lapisan methylene blue, sebagai pengukur butiran hujan buatan.
4. Papan kayu/ triplek/ plastik, untuk menutup bejana/container, agar container tidak terisi air sebelum pengujian dimulai.
5. Kertas saring ukuran (58 x 58)cm, sebagai bahan yang digunakan untuk mengetahui besar ukuran butiran hujan buatan beserta jumlahnya.
6. *Methylene blue*, sebagai bahan yang sapukan atau digosokan di atas kertas saring, dengan tujuan untuk memperjelas/memudahkan dalam melihat ukuran butiran hujan buatan.
7. Kotak kayu sebagai bak tanah ukuran panjang 100 cm, lebar 100 cm, dan tinggi 10 cm, dengan salah satu sisi bawah dipasang pipa pralon diameter 10cm dan

sepertiga bagian dari pralon digergaji/diberi lobang dengan maksud hasil erosi dapat tertampung, panjang pralon ± 140 cm. Kotak bagian bawah pada posisi miring diberi lubang diameter 10 mm dengan jarak 10 cm, untuk meresapkan air kebawah sebagai infiltrasi.

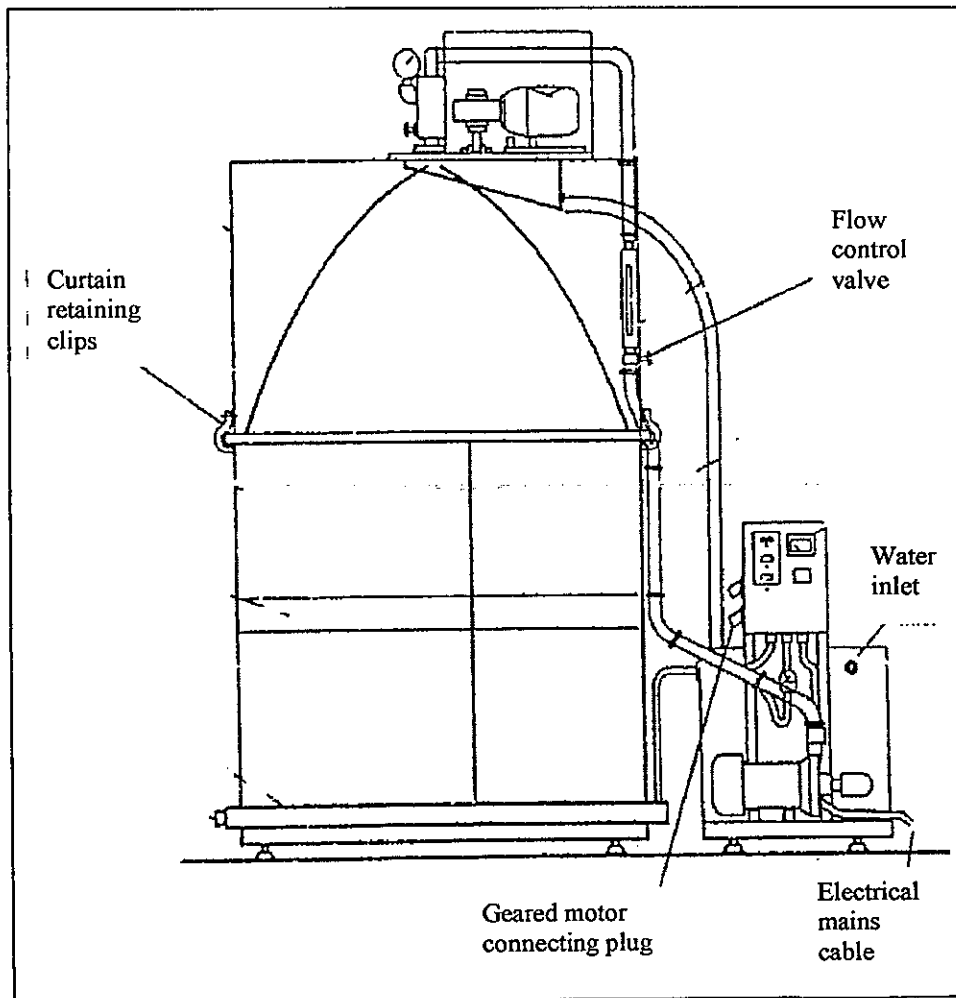
8. Karbit (serbuk), yang digunakan sebagai bahan untuk dicampurkan dengan tanah yang ada dalam alat *speedy moisture tester*, dalam rangka mencari kadar air bagi tanah yang akan dimasukkan ke kotak tanah pengujian.
9. Sodium hexametaphosphat, untuk keperluan hidrometer.
10. Air suling, untuk keperluan hidrometer.

3.2.2. Alat - Peralatan

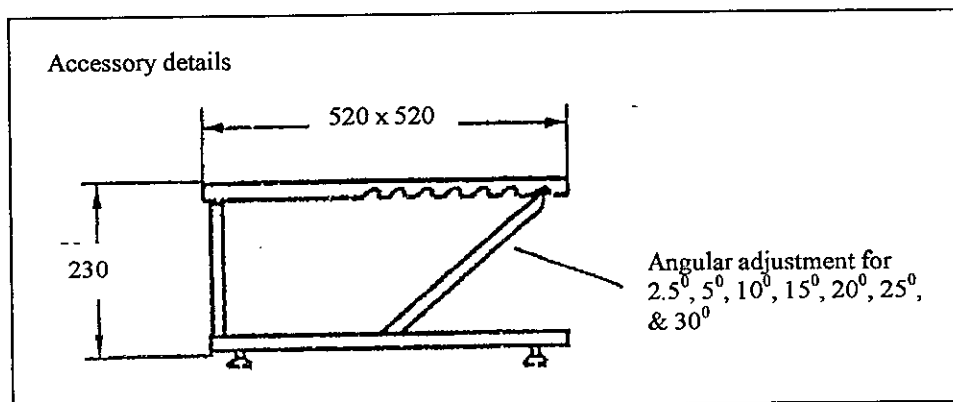
Alat – peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium terdiri dari :

1. *Rainfall simulator*, merupakan seperangkat alat yang digunakan untuk membuat hujan buatan, yang dilengkapi dengan :
 - a. *Spray head* yang terdiri dari *nozzle* dan *disk*. *Nozzle*, digunakan untuk mengatur besarnya butiran air hujan yang jatuh, sedangkan *disk* dengan lubang berbentuk juring/cakram untuk mengatur besarnya bukaan hujan buatan, pada alat ini juga terdapat alat petunjuk tekanan yang terletak di atas *spray head*.
 - b. Meja pengetesan yang dilengkapi dengan pengatur kemiringan (sudut), meja ini sebagai media untuk menempatkan model/tanah yang akan diuji, alat ini bisa diatur kemiringannya dari sudut $2,5^0$ sampai dengan 30^0 , dimensi alat : tinggi 230 mm, panjang 520 mm, dan lebar 500mm.

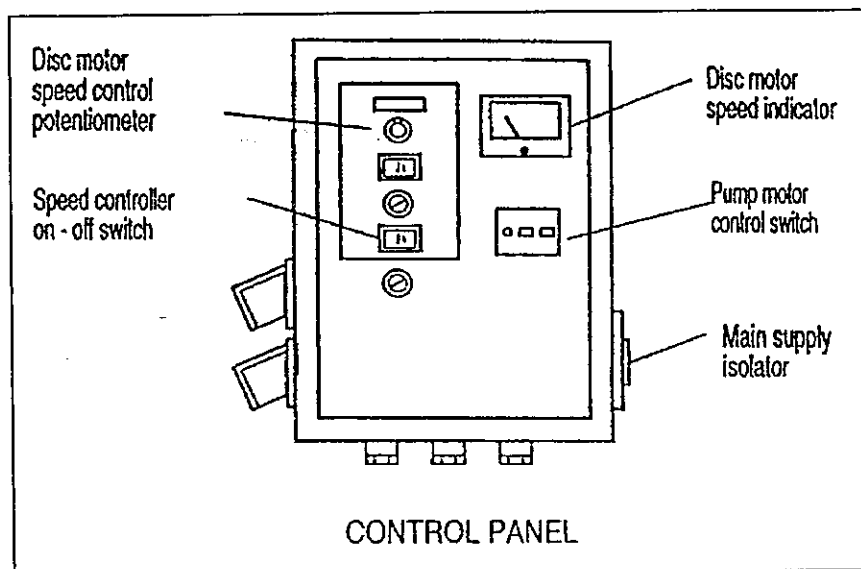
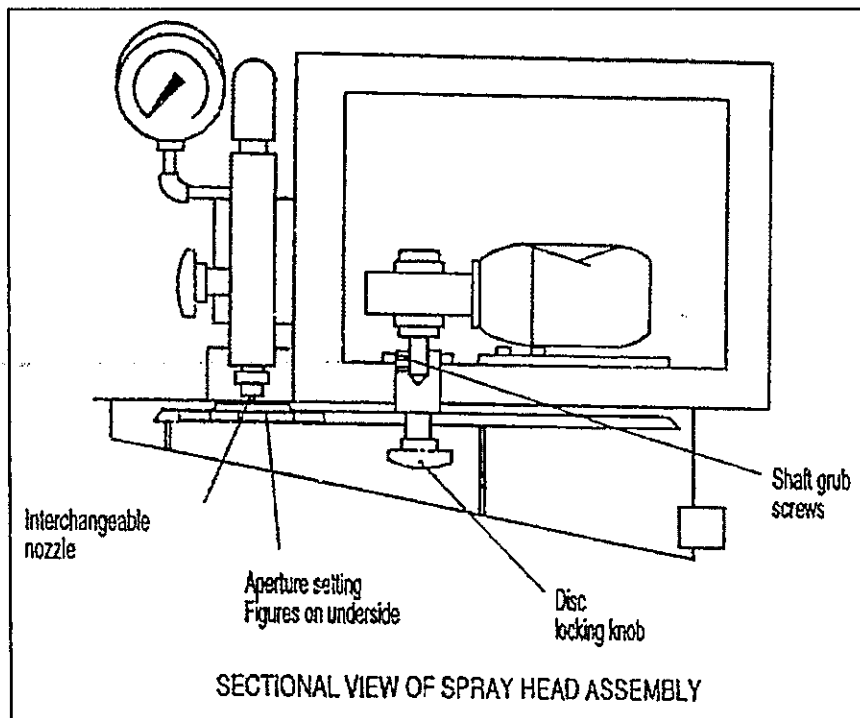
- c. Control panel, merupakan bagian alat untuk mengatur kecepatan percikan hujan buatan, alat ini dilengkapi dengan: (1) petunjuk besarnya kecepatan (*disc motor speed indikator*), (2) pengatur besar-kecilnya kecepatan (*disc motor speed controller*), dan (3) tombol untuk menghidup-matikan pengatur kecepatan (*speed controller On-Off switch*).
 - d. Container/ tabung tembaga, diameter 7,25 cm dan tinggi 12,4 cm untuk menampung air hujan buatan, dalam rangka mencari besarnya intensitas hujan buatan dan energi kinetik hujan.
2. *Speedy moisture tester* dan perlengkapannya, alat ini digunakan untuk mengukur kadar air, bagi tanah yang akan dimasukkan dalam kotak model untuk siap di uji.
 3. Gelas ukur dengan volume 250 cc, 500 cc, 1 liter dan 2 liter ,untuk menampung hasil pengukuran erosi.
 4. *Stopwatch*, untuk mengukur waktu/lama hujan buatan yang diperlukan.
 5. Seperangkat saringan (ayakan).
 6. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr dan 1,0 gr.
 7. Thermometer dengan ketelitian 0,1°C.
 8. Seperangkat alat uji permeabilitas.
 9. Oven.
 10. Mixer (untuk hidrometer).
 11. Alat – alat bantu yang lain seperti: waterpass, skop, cetok, ember, martil/palu kantong plastik, cangkul, dan lain-lainnya yang digunakan untuk membantu kelancaran pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.1. Rainfall Simulator



Gambar 3.2. Meja Tempat Benda Uji



Gambar 3.3. Spray Head dan Kontrol Panel

3.3. Kegiatan Lapangan

Sebelum kegiatan laboratorium dilakukan terlebih dahulu dilakukan berbagai kegiatan di lapangan antara lain:

1. Melakukan pengambilan contoh tanah yang akan diuji karakteristik fisik dan karakteristik mekanik di laboratorium, untuk diketahui berat isi tanah basah (gamma tanah), kadar air, analisa butiran dan permeabilitas.
2. Melakukan pengambilan tanah sebanyak yang diperlukan, dan nantinya akan diuji untuk diketahui tingkat erosinya dengan menggunakan alat *rainfall simulator*.

3.3.1. Pengambilan Contoh Tanah Di Lapangan Untuk Diuji Karakteristiknya

Sebelum melakukan pengambilan tanah dengan volume banyak, yang akan diuji tingkat/besaran erosinya, terlebih dahulu melakukan pengambilan contoh tanah yang akan diuji di laboratorium untuk diketahui gamma tanah (berat isi tanah basah), kadar air dan lain - lainnya. Contoh tanah yang diambil adalah tanah bagian atas (*top soil*) yang masih tebal solumnya. Prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan peralatan : tabung/ring pengambil contoh tanah, balok kayu, martil, plastik dan karet atau parafin.
- b. Memasukkan tabung kedalam tanah sedalam tabung/ring dengan cara ditekan atau dipukul, dengan hati – hati dan diberi alas balok kayu supaya bongkahan tanah tidak pecah dan tabung/ring tidak rusak.

- c. Mengambil tabung yang telah terisi tanah dan memberi lapisan parafin pada ujung – ujung tabung atau membungkusnya dengan plastik yang diperkuat dengan karet, dengan tujuan tidak terjadi penguapan air.
- d. Tabung/ring diberi kode (T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5), agar tidak terjadi kesalahan.
- e. Prosedur (b) sampai dengan (d) diulangi untuk mengambil contoh tanah di tempat yang lain.
- f. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada 5 titik yang berbeda, dan masih berada pada lingkup areal tanah yang dipakai dalam penelitian.
- g. Selain tersebut diatas dilakukan juga pengambilan contoh tanah untuk analisa butiran dan permeabilitas.

3.3.2. Pengambilan Contoh Tanah Di Lapangan Untuk Diketahui Tingkat Erosinya

Dalam pengambilan contoh tanah dengan volume banyak, yang dipakai percobaan untuk mengetahui laju kehilangan tanah (erosi), perlu dilakukan dengan cara mengikuti dimana tempat pengambilan sampel tanah sebelumnya, dengan tujuan jenis tanah dan kadar air masih sama.

Pengambilan contoh tanah di lapangan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Menyiapkan peralatan cangkul, sekop, karung plastik, dan tali ikat.
- b. Dipilih lokasi yang tidak ada tanamannya, rumput – rumput maupun semak – semak kecil yang mengganggu dan berada di atas tanah yang akan diambil dibersihkan/dicabut lebih dahulu, dengan maksud sampah, daun dan akar – akarnya tidak ikut terbawa bersama tanah yang akan diuji.

- c. Tanah yang akan diambil, dicangkul sedalam kurang lebih 20 cm, sebanyak yang dibutuhkan dan dimasukkan ke dalam karung plastik yang sudah disediakan dan ikat dengan kuat. Pengambilan dilakukan di beberapa tempat, mengikuti titik tempat contoh tanah yang terdahulu (sampel gamma tanah dan kadar air).
- d. Sampel siap dikirim ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

3.4. Kegiatan Laboratorium

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium antara lain : persiapan bahan dan alat, yang akan digunakan untuk melakukan pengujian dan pengambilan data. pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi:

1. Uji gamma tanah,
2. Uji kadar air,
3. Analisa ayak,
4. Hidrometer,
5. Permeabilitas,
6. Uji Specific Gravity (Gs)
7. Uji butiran hujan,
8. Uji intensitas hujan, dan
9. Uji laju kehilangan tanah terhadap intensitas dan kemiringan lereng.

3.4.1. Uji Berat Isi Tanah Basah (γ_m)

Prosedur yang dilakukan dalam Pengujian untuk mendapatkan berat isi tanah basah (γ_m) adalah sebagai berikut:

1. Pelaksanaan pengujian

- a. Timbang tabung/ring untuk diketahui beratnya (w_1).
- b. Ukur tabung/ring untuk diketahui volumenya (v).
- c. Timbang berat tabung/ring + tanah yang ada dalam tabung/ring (w_2).
- d. Prosedur a sampai dengan c diulangi untuk contoh tanah yang lainnya.
- e. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan gamma tanah (berat isi tanah basah).

2. Perhitungan

$$\gamma_m = (w_2 - w_1) / v$$

Keterangan :

γ_m = berat isi tanah basah

w_1 = berat tabung/ring

w_2 = berat tabung/ring + tanah

v = volume silinder/ring (volume tanah)

3. Hasil pengukuran

Tabel 3.1
Hasil Pengukuran Berat Isi Tanah Basah (γ_m)

No. TABUNG	BERAT (gr)			VOLUME TANAH (cm ³)	γ TANAH (gram/cm ³)
	TNH + TAB	TABUNG	TANAH		
T - 1	408,45	49,10	359,35	282,74	1,27
T - 2	406,00	49,85	356,15	282,74	1,26
T - 3	401,02	49,99	351,03	282,74	1,24
T - 4	407,31	49,30	358,01	282,74	1,27
T - 5	387,46	49,78	337,68	282,74	1,19
				rata-rata	1,25

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.2. Uji Kadar Air

Prosedur yang dilakukan untuk mendapatkan kadar air (w) pada pengujian di laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Pelaksanaan pengujian

- a. Disiapkan cawan kadar air untuk diberi kode (C1, C2, C3, C4, C5) dan ditimbang masing-masing beratnya (w_1).
- b. Contoh tanah yang ada dalam tabung dikeluarkan dan diambil sebagian untuk dimasukkan dalam cawan, selanjutnya ditimbang untuk mendapatkan berat cawan + tanah basah (w_2).
- c. Cawan dan tanah basah dimasukkan kedalam oven untuk dikeringkan selama 24 jam dengan temperatur 110°C .
- d. Setelah kering diambil dan didinginkan dalam disikator, kemudian ditimbang, sehingga diperoleh berat cawan dan tanah kering.
- e. Dengan diketahuinya berat pada prosedur a, b dan d, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan prosen kadar airnya(w).

2. Perhitungan.

$$W = ((w_2 - w_3) / (w_3 - w_1)) \times 100\%$$

Keterangan :

W = kadar air dalam %

W_1 = berat cawan.

W_2 = berat cawan + berat tanah.

W_3 = berat cawan + tanah kering.

3. Hasil pengukuran

Tabel 3.2
Hasil Pengukuran Kadar Air

No. CAWAN	BERAT					KADAR AIR (%)
	CAWAN (gram)	CAWAN + T.BASAH (gram)	CAWAN + T.KERING (gram)	TANAH KERING (gram)	AIR (gram)	
C - 1	15,56	39,47	36,61	21,05	2,86	13,59
C - 2	15,35	38,56	36,18	20,83	2,38	11,43
C - 3	15,74	44,26	41,57	25,83	2,69	10,41
C - 4	15,56	45,99	42,60	27,04	3,39	12,54
C - 5	15,51	47,32	43,97	28,46	3,35	11,77
					Rata-rata	11,95
					Diambil	12,00

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.3. Uji Analisa Butiran Tanah

Pengujian analisa butiran terdiri dari analisa ayak dan analisa hidrometer. Untuk butiran yang lebih besar dari 0,075 mm di uji dengan ayakan sedangkan untuk butiran yang lebih kecil dari 0,075 mm diuji dengan hidrometer.

3.4.3.1. Analisa Ayak

Pelaksanaan pengujian analisa ayak dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Persiapan pengujian

- a. Contoh tanah dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C , selama 24 jam.
- b. Selanjutnya contoh tanah yang sudah kering diambil dan didinginkan dalam desikator.

- c. Contoh tanah diambil sebanyak 500 gram (w_1), kemudian direndam dalam air selama 24 jam.
- d. Butiran tanah dipisahkan, yang lebih besar dari 0,075 mm dengan yang lebih kecil dari 0,075 mm, dengan cara dicuci dan disaring dengan saringan no. 200 (diameter lubang saringan 0,075 mm).
- e. Butiran tanah yang tertahan saringan no. 200 dan yang lolos saringan no.200 dikeringkan dalam oven hingga betul – betul kering.

2. Pelaksanaan pengujian ayakan.

- a. Ayakan yang dipakai untuk pengujian menggunakan ayakan no.4, 8, 16, 35, 60, 120, 200 atau diameter lubang ayakan (4,75, 2,36, 1,18, 0,600, 0,300, 0,150, 0,075) mm dan ditimbang masing-masing beratnya (w_2).
- b. Saringan disusun dengan diameter lubang saringan besar di atas dan lubang saringan kecil di bawah.
- c. Butiran yang tertahan saringan no.200 yang sudah dioven, ditimbang dan dimasukkan ke dalam susunan saringan.
- d. Setelah disusun dipasangkan dalam penggetar.
- e. Digetarkan selama ± 10 menit.
- f. Ditimbang masing-masing saringan beserta tanah yang tertinggal di saringan tersebut (w_3).

3. Analisa ayakan

- a. Berat tanah tertahan (w_4) = (berat saringan + tanah tertahan) – berat ayakan,
atau $w_4 = w_3 - w_2$

- b. Prosen berat tanah tertahan = berat tanah tertahan dibagi berat total

$$=(w_4/w_1) \times 100\%$$
- c. Selanjutnya dihitung prosen komulatif tanah tertahan yaitu jumlah prosentase tanah yang tertahan diatas semua saringan yang lebih besar dari saringan yang bersangkutan.
- d. Kemudian dihitung prosentase lebih halus atau prosentase lolos yaitu 100% dikurangi prosentase komulatif.

4. Hasil pengukuran analisa ayak.

Analisa ayak

Berat contoh tanah kering sebelum dicuci : 500 gram

Berat contoh tanah kering sesudah dicuci : 329,05 gram.

Tabel 3.3
Hasil Pengukuran Analisa Ayak

Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gram)	% berat tertahan	Kumulatif prosen tertahan	Prosen lolos
4,750	28.70	5.74	5.74	94.26
2,360	46.59	9.32	15.06	84.94
1,180	75.19	15.04	30.10	69.90
0,600	72.74	14.55	44.64	55.36
0,300	43.22	8.64	53.29	46.71
0,150	28.70	5.74	59.03	40.97
0,075	33.91	6.78	65.81	34.19

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.3.2. Pengujian Hidrometer

Pengujian hidrometer dilakukan untuk mencari diameter butiran tanah yang lolos saringan 0,075 mm, hal ini terkait dengan nilai kepekaan tanah.

1. Pelaksanaan pengukuran

- a. Ditimbang benda uji yang lolos saringan no.200 yang telah dikeringkan, sebanyak 50 gram.
- b. Dicampur dengan sodium hexametaphosphat sebanyak 4%, diberi air suling dan direndam selama 16 jam, agar butiran tanah dapat saling terpisah.
- c. Sesudah direndam dipindahkan kedalam mangkok mixer dan ditambah air suling kira-kira setengahnya, kemudian di mixer selama ± 1 menit.
- d. Larutan dipindahkan ke gelas ukur dan ditambah air suling sampai volumenya 1000 ml.
- e. Kemudian dikocok sampai larutan rata, letakkan di atas meja, hidupkan stopwatch dan masukkan hidrometer kedalam larutan.
- f. Pembacaan hidrometer dimulai pada waktu: 1, 2, 3, dan 4 menit tanpa memindahkan hidrometer.
- g. Temperatur diukur dengan menempatkan termometer pada gelas ukur.
- h. Langkah (e) sampai dengan (g) diulang sampai didapat 2x pembacaan sama.
- i. Larutan dikocok kembali, hidrometer dimasukkan lagi kemudian dilakukan pembacaan hidrometer pada waktu: 1, 2, 3, 4, 8, 15, 30 menit, selanjutnya pembacaan 1, 2, 4, 8, 16 jam, kemudian 1, 2, 3, 4 hari setiap kali pembacaan dicatat temperaturnya.
- j. No. seri hidrometer, zero corection dan miniscus corection dicatat.

1. Analisa hitungan

a. Pembacaan aktual = R_a

b. Pembacaan terkoreksi = R_c

Dimana,

$$R_c = R_a + \text{Zero corection} - C_t$$

C_t = faktor koreksi temperatur

c. Prosen finer = $(R_c \times a) / W_s \times \% \text{ lolos } 0.075 \text{ mm}$

Keterangan :

a = faktor koreksi untuk berat jenis

W_s = berat sampel tanah kering untuk pengujian hidrometer

d. Pembacaan hidrometer = R

Keterangan :

$$R = R_a + \text{Miniscus corection}$$

e. Dicari tinggi efektif hidrometer (L) berdasarkan besarnya nilai R

f. Dicari angka koreksi berat jenis pada setiap perubahan temperatur (K)

g. Diameter butiran (D) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D = K \cdot \sqrt{L/t}$$

Keterangan :

D = diameter butiran (mm)

K = angka koreksi berat jenis pada setiap perubahan waktu

L = tinggi efektif hidrometer

t = waktu pembacaan hidrometer dalam menit

2. Hasil analisa pengukuran hidrometer

Tabel 3.4
Hasil Analisa Pengukuran Hidrometer

Analisa Hydrometer

Hydrometer no : 152 H

Berat contoh tnh : 50 gram

Dispersing agent : Na₂SO₄ 4%

Gs : 2,72

Zero corection : 3 strip

a : 0,986

Miniscus corection : 1 strip

% lolos 0.075 mm: 34,19%

Waktu menit	Temp °C	Ra	Rc	Lolos (%)	R	L	L/t	K	D (mm)
0,5	28	42,0	41,5	27,98	43,0	9,2	18,400	0,0122	0,052
1	28	37,0	36,5	24,61	38,0	10,1	10,100	0,0122	0,039
2	28	32,0	31,5	21,24	33,0	10,9	5,450	0,0122	0,028
4	28	27,0	26,5	17,87	28,0	11,7	2,925	0,0122	0,021
9	28	21,5	21,0	14,16	22,5	12,6	1,400	0,0122	0,014
16	28	19,0	18,5	12,47	20,0	13,0	0,813	0,0122	0,011
25	28	18,0	17,5	11,80	19,0	13,2	0,528	0,0122	0,009
36	28	17,0	16,5	11,12	18,0	13,3	0,369	0,0122	0,007
49	28	16,0	15,5	10,45	17,0	13,5	0,276	0,0122	0,006
60	28	15,0	14,5	9,78	16,0	13,7	0,228	0,0122	0,006
120	28	13,0	12,5	8,43	14,0	14,0	0,117	0,0122	0,004
240	28	12,0	11,5	7,75	13,0	14,2	0,059	0,0122	0,003
480	28	10,0	9,5	6,41	11,0	14,5	0,030	0,0122	0,002
1440	28	8,0	7,5	5,06	9,0	14,8	0,010	0,0122	0,001

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.4. Uji Permeabilitas

Untuk menentukan harga koefisien rembesan (permeabilitas) di laboratorium dilakukan dengan menggunakan cara tinggi energi tetap (*Constant head*).

1. Prosedur pengujian

- a. Benda uji (contoh tanah) dimasukkan ke dalam permeameter dengan kepadatan yang diharapkan, sesuai dengan gamma tanah yang ada. Selanjutnya permukaan atas dan permukaan bawahnya dipasang kertas filter dan batu pori.
- b. Panjang sampel (L) dan diameternya (D) diukur.
- c. Permeameter yang telah berisi benda uji diletakkan pada tempat pengujian dan dihubungkan dengan buret (pipa ukur).
- d. Buret diisi air dan kran air dibuka agar air mengalir melalui benda uji.
- e. Diamkan beberapa saat agar benda uji jenuh dan biarkan air keluar melalui lubang pengeluaran yang ada di bawah permeameter.
- f. Gelembung – gelembung udara pada pipa dihilangkan dengan mengalirkan air pada sampel tanah. Kontrol dan dipastikan tidak ada yang bocor.
- g. Ketinggian muka air pada pengisian dan pengeluaran (h) diukur sampai didapat ketinggian tetap (*constant*).
- h. Setelah air yang keluar konstan, selanjutnya air yang keluar melalui lubang pengeluaran di tampung dalam gelas ukur untuk dicatat waktunya (t) dengan menggunakan alat *stop watch* dan suhu temperatur air (T).
- i. Percobaan pada langkah (h) diulangi sampai tiga kali, pada waktu yang sama dan dicatat volume airnya.

2. Perhitungan

- a. koefisien permeabilitas pada temperatur pengujian dihitung dengan rumus:

$$k_T = \frac{V \cdot L}{A \cdot h \cdot t}$$

Keterangan :

- k_T = koefisien permeabilitas pada suhu $T^{\circ}\text{C}$ (cm/detik),
- v = volume air (cm^3),
- h = tinggi konstan antara muka air lubang pemasukan dengan muka air lubang pengeluaran (cm),
- L = panjang benda uji/sampel tanah (cm),
- A = luas penampang benda uji dalam permeameter (cm^2),
- t = Waktu berlangsungnya pembacaan (detik),

b. Koefisien permeabilitas pada temperatur 20°C dihitung dengan rumus:

$$k_{20}^{\circ} = k_{r^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{\eta_T}{\eta_{20}}$$

Keterangan :

k_{20} = Koefisien permeabilitas pada temperatur 20°C

η_T = Viskositas / kekentalan air pada suhu temperatur $T^{\circ}\text{C}$

η_{20} = Viskositas / kekentalan air pada suhu temperatur 20°C .

$\frac{\eta_T}{\eta_{20}}$ = dicari/ di plot pada nomograf hubungan antara η_T / η_{20} dengan suhu air.

3. Hasil Uji Permeabilitas Di Laboratorium.

Dari hasil pengujian di laboratorium didapat nilai permeabilitas sebagai berikut:

Tabel 3.5
Hasil Uji Permeabilitas

Percobaan	$K_T(\text{cm/mnt})$	$K_{20}(\text{cm/mnt})$	$K_{20}(\text{cm/jam})$
1	0,1293	0,1052	6,31
2	0,1295	0,1054	6,32
3	0,1296	0,1055	6,33
4	0,1305	0,1051	6,31
Rata-rata	0,1297	0,1053	6,32

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.5. Uji Spesific Gravity (Gs)

Untuk pengambilan data spesifik gravity dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Prosedur pengujian

- Picnometer diberi kode 1,2,3, ,dan seterusnya
- Di timbang masing – masing beratnya (m_1)
- Conto tanah kering oven diayak dengan ayakan no.10 (diameter lubang ayakan 2 mm) sampel yang lolos diambil 50 gram
- Tanah yang lolos ayakan 2 mm, dimasukkan ke dalam picnometer $\pm 10 -15$ gr, picnometer + tanah ditimbang (m_2)
- Tanah yang ada di dalam picnometer diberi air suling sampai tanah terendam
- Picnometer yang sudah berisi tanah + air suling dimasukkan ke dalam panci yang berisi air kemudian direbus

- g. Direbus sampai gelembung udara yang ada di dalam tanah keluar
- h. Jika gelembung udara sudah tidak muncul lagi, picnometer diambil dan didinginkan di dalam discikator
- i. Tambahkan air suling dalam picnometer sampai penuh, kemudian picnometer + tanah + air suling ditimbang (m_3) dan diukur temperaturnya (t_1)
- j. Isi picnometer dituang, kemudian dicuci sampai bersih
- k. Picnometer diisi air suling sampai penuh dan ditimbang (m_4) serta diukur temperaturnya (t_2)

2. Perhitungan

$$G_s = \frac{(m_2 - m_1)}{1/\alpha_2 (m_4 - m_1) - 1/\alpha_1 (m_3 - m_2)}$$

Keterangan :

G_s = specific gravity

m_1 = berat picnometer

m_2 = berat picnometer + tanah

m_3 = berat picnometer + tanah + air suling

m_4 = berat picnometer + air suling

α_1 = faktor koreksi pada suhu air t_1

α_2 = faktor koreksi pada suhu air t_2

3. Hasil pengujian

Tabel 3.6
Hasil Uji Spesific Gravity

No picnometer		1	2
Berat picnometer	(gr)	30,03	30,10
Berat picnometer + tanah	(gr)	37,83	37,88
Berat picnometer+tanah+air	(gr)	85,18	85,20
Temperatur tanah + air	°C	28,00	28,00
Faktor koreksi 1		0,9980	0,9980
Berat picnometer + air	(gr)	80,26	80,26
Temperatur air	°C	28,00	28,00
Faktor koreksi 2		0,9980	0,9980
Spesific gravity		2,689	2,749
Spesific gravity rata-rata		2,72	

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.6. Uji Butiran Hujan

Dalam menentukan distribusi ukuran butiran hujan, pengukuran dilakukan pada intensitas hujan buatan (30, 40, 50, dan 60) mm/jam dengan prosedur:

1. Prosedur pengujian

- a. Melewatkan kertas saring yang sudah dilapisi atau mengandung *methylene blue* melalui percikan hujan buatan, setiap intensitas dilakukan pengukuran distribusi butiran hujan sebanyak dua kali.

- b. Selanjutnya kertas saring yang mendapat percik tersebut dikeringkan sehingga diperoleh noda – noda percikan hujan dengan diameter yang bervariasi.
- c. Kemudian diameter tersebut diukur dan digolongkan menurut diameternya (1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5mm, dan 6 mm) sedangkan yang lebih besar tidak digunakan.
- d. Butiran hujan yang sudah digolongkan menurut diameternya kemudian dihitung jumlahnya.



Gambar 3.4
Uji Diameter Butiran Hujan

2. Hitungan butiran hujan

- a. Diameter butiran hujan yang digunakan: diameter (1, 2, 3, 4, 5, dan 6) mm
- b. Jumlah butiran hujan dihitung berdasarkan noda butiran yang ada pada kertas saring yang telah dilapisi methylene blue.
- c. Volume butiran hujan dihitung dengan rumus;

$$\text{Volume} = \frac{4}{3} \times \pi \times \frac{d^3}{8} \text{ satuan dalam (mm}^3\text{)}$$
- d. Massa butiran dihitung dengan:

$$\text{Massa} = \text{Volume} \times \text{berat jenis air, satuan dalam (kg atau gram)}$$
- e. Kecepatan jatuh (V) butiran hujan dihitung dengan menggunakan grafik Lows, dengan menggunakan data diameter butiran hujan dan tinggi jatuh. Satuan dalam (m/dt). Bisa juga menggunakan grafik yang tertera pada panduan alat *Rainfall Simulator*, dengan mengeplotkan besar diameter butiran hujan (mm) dan tekanan (bar) dari nozzle yang digunakan.
- f. Selanjutnya bisa dihitung besarnya energi kinetik, untuk menghitung besarnya energi kinetik dilakukan dengan rumus yang tertera pada manual alat rainfall simulator, yaitu:

$E_k = 11,87 + 8,73 \log I$, dan sebagai kontrol dihitung dengan rumus:

$$E_k = 0,5 m v^2$$

Keterangan :

m = massa butiran hujan (gram)

V = kecepatan jatuh butiran hujan (m/dt)

3. Hasil pengukuran

Tabel 3.7
Hasil Pengukuran Jumlah Diameter Butiran Hujan

INTENSITAS HUJAN (mm/jam)	DIAMETER BUTIRAN HUJAN					
	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm
I 30 - 1	57	67	85	25	13	7
I 30 - 2	55	63	87	23	9	9
Rata - rata	56	65	86	24	11	8
I 40 - 1	65	75	88	79	16	14
I 40 - 2	67	71	92	77	20	12
Rata - rata	66	73	90	78	18	13
I 50 - 1	71	83	97	89	55	30
I 50 - 2	73	81	95	89	53	30
Rata - rata	72	82	96	89	54	30
I 60 - 1	79	96	105	97	90	54
I 60 - 2	81	92	103	99	88	58
Rata - rata	80	94	104	98	89	56

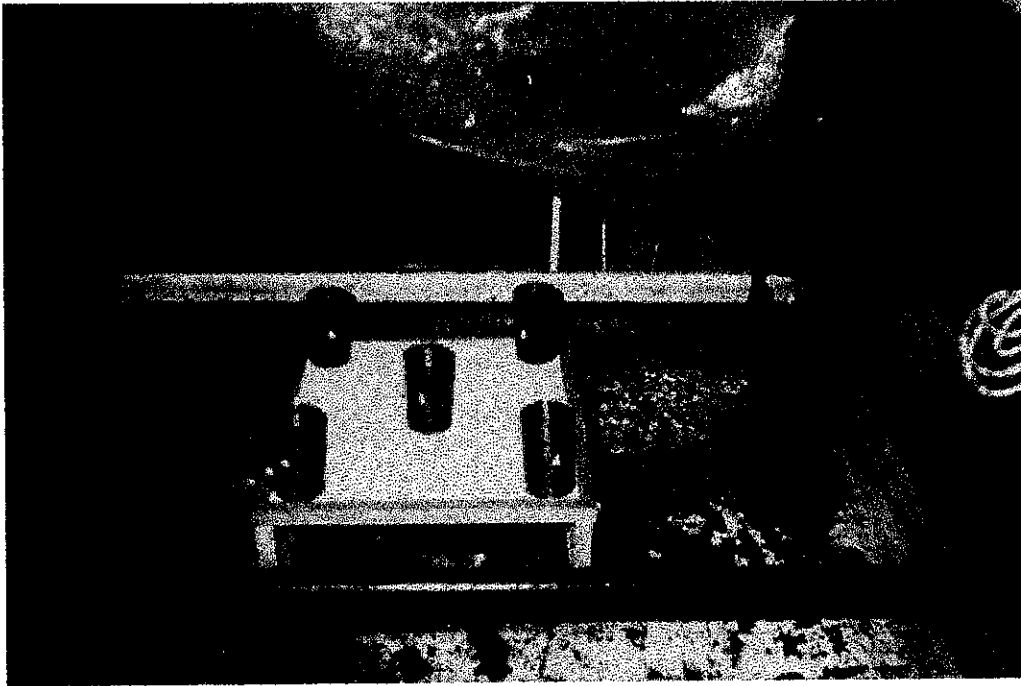
Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.7. Uji Intensitas Hujan

Setelah semua fungsi peralatan di kontrol dan berjalan dengan baik, serta semua bahan yang akan digunakan untuk pengujian sudah siap dan lengkap, maka segera dilakukan pengukuran intensitas hujan.

1. Prosedur pengukuran intensitas hujan

- a. Meja yang dilengkapi pengatur kemiringan (sudut) diletakkan ditengah alat *rainfall simulator*, kemudian lima container diletakkan di atas alat tersebut dalam posisi; empat container diletakkan pada sudut dan satu container diletakkan di tengah.
- b. Alat *rainfall simulator* kemudian dihidupkan dengan mengatur *disc motor speed indicator*, dan tekanannya (kecepatan dan tekanan bisa berubah-ubah, berhubungan dengan intensitas yang dikehendaki). Untuk melakukan pengukuran tersebut di atas, sebelum alat dihidupkan container ditutup agar tidak terisi air.
- c. Setelah semuanya siap, baru penutup container dibuka secara bersamaan dengan dihidupkannya stop watch, setelah sepuluh menit berjalan container ditutup kembali dan *rainfall simulator* dimatikan.
- d. Langkah selanjutnya, air yang ada di dalam container ditakar dalam gelas ukur, dan dicatat volumenya.
- e. Dengan diketahuinya volume dan waktunya akan didapat besarnya intensitas hujan.
- f. Percobaan ini dilakukan berulang kali sampai didapat intensitas hujan yang dicari yaitu intensitas hujan (30, 40, 50, dan 60) mm/jam.



Gambar 3.5
Uji Intensitas Hujan

2. Analisa hitungan

- a. Luas container $0,25 \times \pi \times D^2$

Keterangan :

D = garis tengah container (cm).

- b. Intensitas hujan dihitung dengan rumus seperti yang tertulis pada manual alat *rainfall simulator* yaitu:

$$I = \frac{V}{A \times t} \times 600$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = waktu, digunakan 10 menit

V = volume air, yang berada di dalam container (ml)

A = luas container (cm^2)

3. Hasil pengukuran

Tabel 3.8
Hasil Pengukuran Intensitas Curah Hujan

Perco -baan	Luas container (cm^2)	waktu (menit)	volume (ml)	Intensitas (mm/jam) $I = (V/(A \cdot t)) \cdot 600$	Intensitas rata-rata (mm/jam)
I.30 -1	41,26	10	20,64	30,01	30,13
I.30 -2	41,26	10	20,80	30,25	
I.40 -1	41,26	10	27,60	40,13	40,08
I.40 -2	41,26	10	27,52	40,02	
I.50 -1	41,26	10	34,40	50,02	49,66
I.50 -2	41,26	10	33,90	49,30	
I.60 -1	41,26	10	41,20	59,91	59,91
I.60 -2	41,26	10	41,20	59,91	

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.4.8. Uji Laju Kehilangan Tanah

Uji laju kehilangan tanah di laboratorium di lakukan dengan rancangan sebagai berikut:

$L_1 S_1 I_1$	$L_1 S_1 I_2$	$L_1 S_1 I_3$	$L_1 S_1 I_4$
$L_1 S_2 I_1$	$L_1 S_2 I_2$	$L_1 S_2 I_3$	$L_1 S_2 I_4$
$L_1 S_3 I_1$	$L_1 S_3 I_2$	$L_1 S_3 I_3$	$L_1 S_3 I_4$
$L_1 S_4 I_1$	$L_1 S_4 I_2$	$L_1 S_4 I_3$	$L_1 S_4 I_4$
$L_1 S_5 I_1$	$L_1 S_5 I_2$	$L_1 S_5 I_3$	$L_1 S_5 I_4$
$L_1 S_6 I_1$	$L_1 S_6 I_2$	$L_1 S_6 I_3$	$L_1 S_6 I_4$
$L_1 S_7 I_1$	$L_1 S_7 I_2$	$L_1 S_7 I_3$	$L_1 S_7 I_4$

Keterangan :

L_1 = panjang lereng (1m)

I_1 = intensitas hujan 30 mm/jam

I_2 = intensitas hujan 40 mm/jam

I_3 = intensitas hujan 50 mm/jam

I_4 = intensitas hujan 60 mm/jam

S_1 = Kemiringan lereng $2,5^0$

S_2 = Kemiringan lereng 5^0

S_3 = Kemiringan lereng 10^0

S_4 = Kemiringan lereng 15^0

S_5 = Kemiringan lereng 20^0

S_6 = Kemiringan lereng 25^0

S_7 = Kemiringan lereng 30^0

Setiap rancangan ($L_1 S_1 I_1$) diulang 3 kali, sehingga jumlah percobaan menjadi ;

$4 \times 7 \times 3 = 84$ kali.

1. Pelaksanaan percobaan

- Persiapan alat, bahwa alat rainfall simulator dan alat bantu lainnya lengkap dan tidak ada masalah.

b. Menyamakan kadar air tanah, mendekati kadar air lapangan dengan menggunakan alat speedy moisture tester, caranya adalah sebagai berikut:

- Bersihkan tabung speedy dari sisa – sisa benda uji yang lalu.
- Disiapkan tanah (benda uji) yang dipakai percobaan.
- Dilakukan penimbangan (garis merah pada speedy sampai berimpit).
- Benda uji dimasukkan ke dalam tabung.
- Kemudian 2 buah bola baja dimasukkan ke dalam tabung speedy dengan pelan-pelan .
- Takar 2 sendok karbit dan dimasukkan ke dalam tutup tabung .
- Tabung ditutup dan dipegang dalam posisi datar.
- Putar ke depan dengan sumbu datar selama 10 detik lalu didiamkan selama 20 detik, selanjutnya ulangi lagi selama 3 menit.
- Selanjutnya dilakukan pembacaan dan pencatatan pada Jarum penunjuk prosentase kadar air terhadap berat basah .
- Tutup tabung dibuka dan buang sisa-sisa percobaan.
- Percobaan diulangi untuk benda uji yang lain.

c. Memasukkan tanah ke dalam kotak kayu ukuran 1mx1m x 0,1m , diratakam dan dipadatkan sampai berat isi tanah mendekati kepadatan lapangan (setebal 10cm).

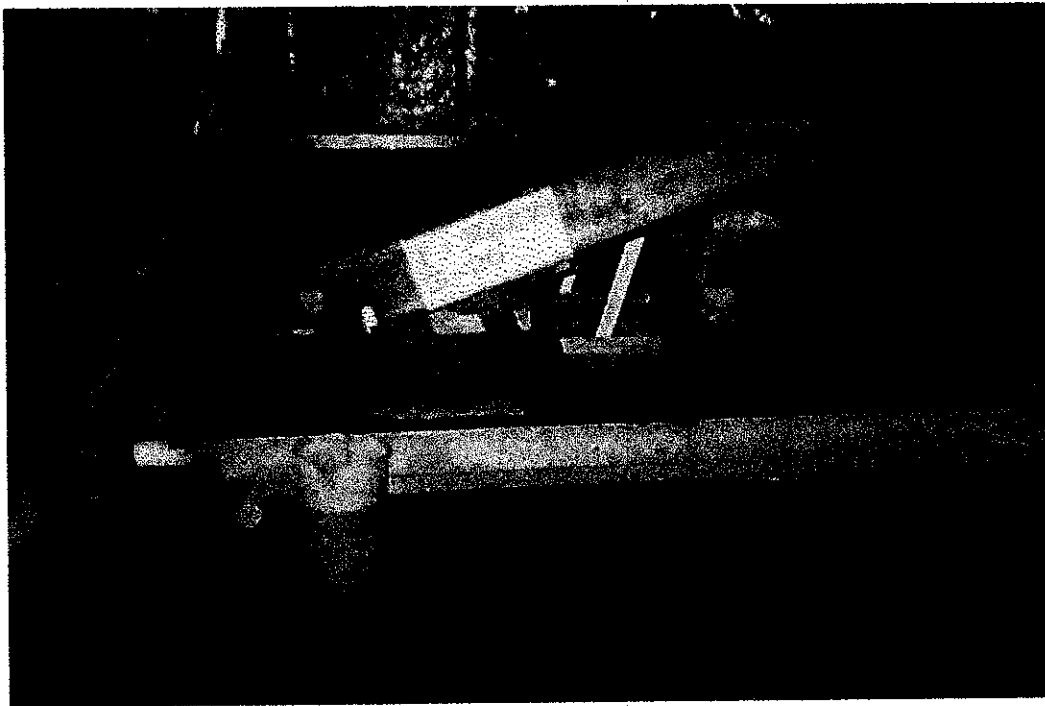
d. Meletakkan benda uji dengan posisi tepat di bawah alat rainfall simulator.

e. Benda uji ditutup, sebelum percobaan dimulai.

f. Kemiringan lereng diatur sesuai yang ditentukan.

g. Alat dihidupkan, dan intensitas hujan diatur sesuai yang ditentukan.

- h. Gelas ukur ditempatkan pada posisinya (ujung pralon) untuk menampung hasil erosi (butiran tanah + air).
- i. Tutup benda uji dibuka bersamaan dengan menghidupkan stopwatch dan dicatat waktunya.
- j. Pencatatan waktu pengukuran dilakukan setiap 2 liter air sebanyak 3 kali.
- k. Percobaan diulang 3 kali untuk intensitas dan kemiringan lereng yang sama.
- l. Selanjutnya benda uji diambil dan diganti untuk dilakukan percobaan dengan intensitas dan kemiringan lereng yang lain.



Gambar 3.6
Uji Laju Kehilangan Tanah

2. Perhitungan

- Hasil erosi tanah (butiran tanah) yang masih campur dengan air disaring.
- Disiapkan cawan, ditimbang dan dicatat beratnya (w_1).
- Hasil erosi yang sudah disaring dimasukkan dalam cawan kemudian dioven selama 24 jam dengan temperatur 110°C .
- Setelah dioven, dimasukkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang beratnya (w_2).
- Berat tanah erosi hasil percobaan adalah

$$A = w_2 - w_1$$

3. Hasil pengukuran erosi tanah

Tabel 3.9
Nilai Erosi Hasil Percobaan- Vol.6 Liter Air

Kemiringan Lereng (derajat)	Erosi Tanah (gr/m^2)			
	I 30 (mm/jam)	I 40 (mm/jam)	I 50 (mm/jam)	I 60 (mm/jam)
2,5 ⁰	8.49	11.34	13.80	14.66
5,0 ⁰	15.51	20.72	25.21	26.71
10,0 ⁰	46.74	62.42	75.92	85.56
15,0 ⁰	97.24	129.16	156.84	177.96
20,0 ⁰	169.48	224.68	273.32	311.68
25,0 ⁰	269.96	356.84	432.48	498.00
30,0 ⁰	403.40	533.00	645.72	743.88

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

3.5. Menghitung Besar Nilai Parameter USLE

Dalam mencari besar nilai laju kehilangan tanah atau yang dinamakan erosi (E), terlebih dahulu mengetahui besar nilai yang ada pada parameternya. Parameter yang terdapat pada USLE adalah erosivitas (R), erodibilitas (K), panjang -

kemiringan lereng (LS), tanaman penutup tanah (C), dan pengolahan tanah (P). Dalam penelitian ini tanah berupa lahan bero artinya tidak ditanami dan tidak dilakukan pengolahan, sehingga nilai parameter C dan P adalah satu.

3.5.1. Erosivitas (R)

Dalam mencari parameter erosivitas hujan perlu lebih dahulu mendapatkan nilai intensitas hujan, energi kinetik hujan dan kedalaman hujan. Pada penelitian ini telah ditentukan intensitas yang digunakan adalah intensitas (30, 40, 50, dan 60) mm/jam, untuk mendapatkan energi kinetik menggunakan persamaan 2.4 yaitu $E_k = 11,87 + 8,73 \log I$, karena nilai perhitungan hasil penelitian di laboratorium dan Persamaan 2.3 yaitu $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ mendapatkan hasil yang hampir sama. Dalam hal ini perhitungan erosivitas hujan bisa dilihat contoh perhitungan pada tabel di bawah.

Tabel 3.10
Contoh Perhitungan Nilai Erosivitas
(kemiringan lereng 2,5⁰ dan intensitas 30 mm/jam)

Percobaan	Volume (liter/m ²)	Waktu (menit)	Energi Kinetik $E_k = 11,87 + 8,73 \log I$ (J/m ² /mm)	Kedalaman air (h)			Erosivitas (R) $R = E_k \cdot h_{Total}$ (Joule/m ²)
				(mm/10 menit)	(mm/menit)	(mm)	
Penjenuhan		38.5	24.765	5.02	0.502	19.33	478.63
Liter -1	2	4.6	24.765	5.02	0.502	2.31	57.19
Liter -2	2	4.5	24.765	5.02	0.502	2.26	55.94
Liter -3	2	4.5	24.765	5.02	0.502	2.26	55.94
Total	6	52.1		Total		26.15	647.71

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.

Diketahui:

Kemiringan lereng $2,5^0$ dan intensitas hujan 30 mm/jam , pengukuran dilakukan selama 52,1 menit yang terdiri dari waktu penjenahan, pengukuran pada liter 1, liter 2, dan liter 3 yang jumlah volume airnya ada 6 liter. Dari hasil percobaan, pengukuran kedalaman hujan selama 10 menit mendapatkan hasil 5,02 mm atau bisa dikatakan per menitnya 0,50 mm.

Pernyelesaian.

1. dihitung nilai kedalaman hujan (h) selama 52,1 menit, sedang per menitnya menghasilkan kedalaman hujan 0,5 mm, sehingga nilai $h = 52,1 \times 0,5 = 26,15\text{mm}$.

2. dihitung nilai energi kinetik (EK), menggunakan persamaan :

$$E_k = 11,87 + 8,73 \text{ Log } I$$

$$E_k = 11,87 + 8,73 \text{ Log } 30 = 24,765 \text{ Joule/m}^2/\text{mm}.$$

3. dihitung nilai erosivitas (R), dimana $R = E_k \times h$

$$R = 24,765 \times 26,15 = 647,71 \text{ Joule/m}^2$$

3.5.2. Erodibilitas (K)

Untuk menghitung nilai erodibilitas bisa digunakan persamaan 2.7 atau menggunakan nomograf, dalam hal ini nilai – nilai seperti : debu, pasir sangat halus, pasir, bahan organik, struktur tanah dan permeabilitas tanah sudah diketahui.

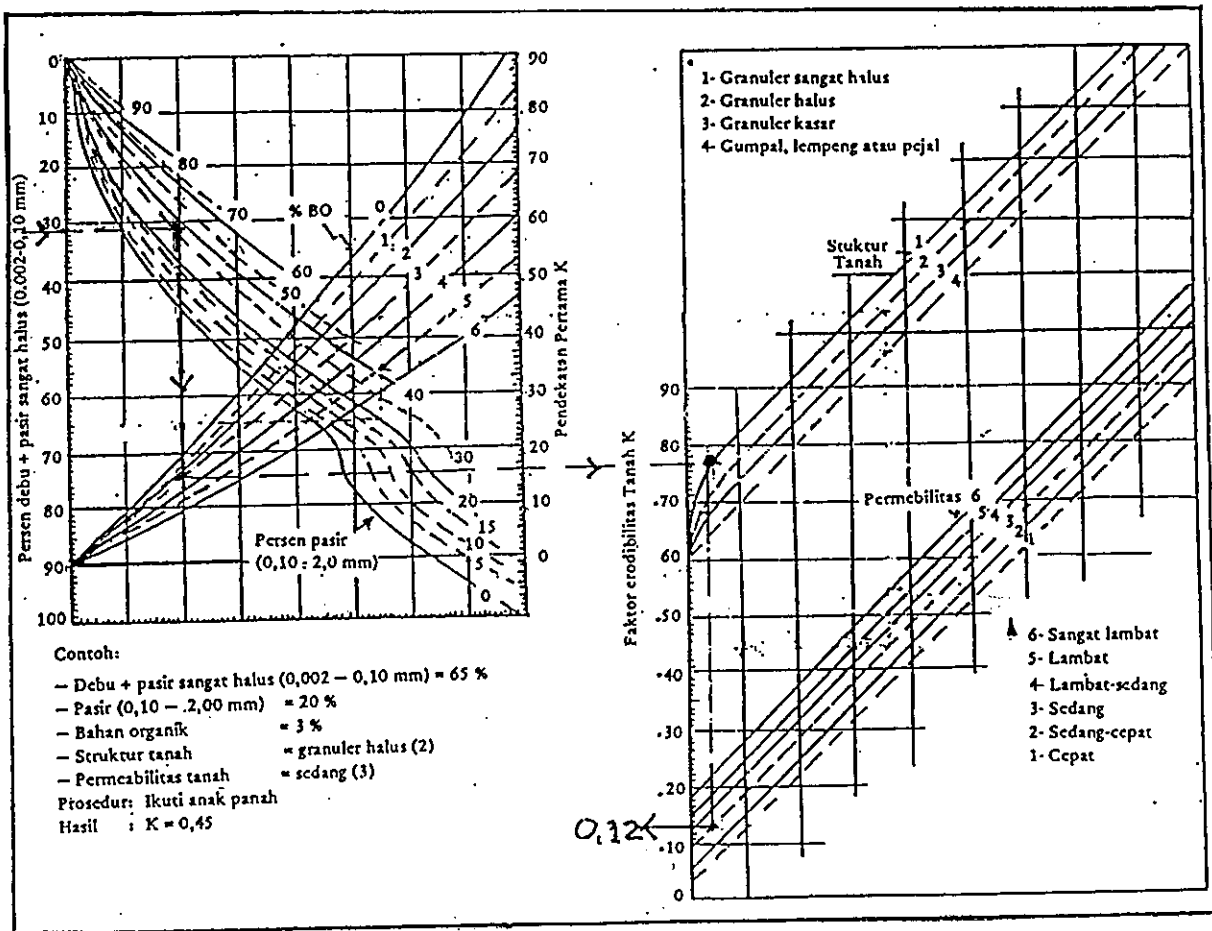
Contoh.

Contoh tanah yang diuji adalah jenis tanah regosol kelabu, yang diambil dari daerah jatinom Klaten. Dari hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa nilai-nilai :

$$\text{Debu} + \text{Pasir sangat halus} = 31,17 \%$$

Pasir = 39,84 %
 Bahan organik = 1,4
 Struktur tanah = granuler sangat halus (kode 1)
 Permeabilitas tanah = sedang (kode 3)

Dari data tersebut di plotkan pada nomograf gambar 2 - 4, hasilnya adalah 0,12
 berarti hasil tersebut tidak jauh dengan referensi yang mengatakan bahwa jenis
 tanah regosol mempunyai nilai $K = 0,11$ gr/joule.



Gambar 3.7
 Nilai K Dengan Cara Plot Pada Nomograf Erodibilitas

3.5.3. Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

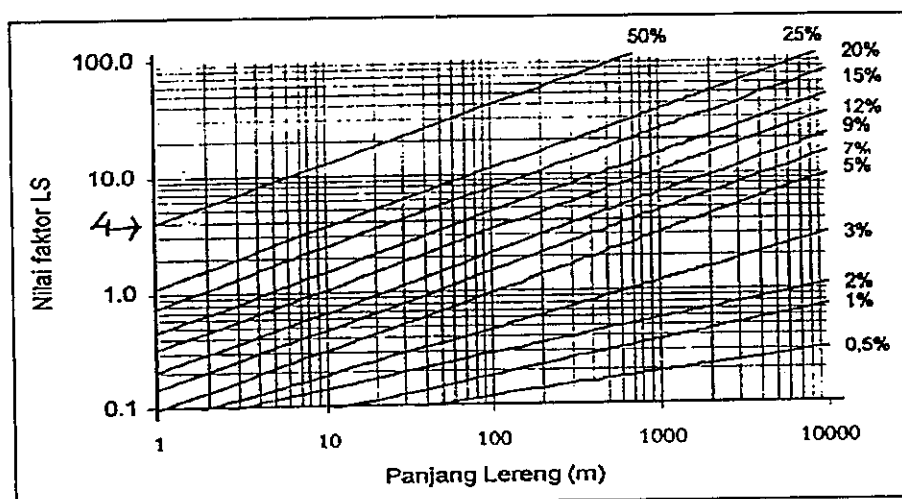
Untuk menghitung LS, perlu diketahui panjang dan sudut kemiringan lerengnya. Dalam penelitian ini panjang yang digunakan adalah satu meter, kemiringan lerengnya menggunakan sudut $2,5^{\circ}$, 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , dan 30° atau kalau besar sudut dibuat dalam prosentase adalah 4,37%, 8,75%, 17,63%, 26,79%, 36,40%, 46,63%, dan 57,74%. Untuk mendapatkan hasil LS bisa digunakan persamaan 2.8 apabila sudut yang digunakan dalam prosentase, jika digunakan persamaan 2.9 sudut yang digunakan dalam derajat, atau bisa menggunakan nomograf seperti yang ditampilkan pada Gambar.2 - 5, dengan cara mengeplotkan dua data yaitu panjang lereng (m) dan kemiringan lereng (%).

Contoh.

Panjang lahan dalam pengujian = 1 meter

Kemiringan lereng = 50 %

Data di atas di plot pada nomograf, faktor panjang – kemiringan lereng, hasilnya adalah 4.



Gambar 3.8
Nilai LS Dengan Cara Plot Pada Nomograf Panjang – Lereng.

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Energi kinetik

Hujan merupakan salah satu penyebab terjadinya erosi, semakin besar hujan akan menambah besarnya intensitas hujan, sehingga akan berpengaruh terhadap besar energi kinetiknya. Energi kinetik merupakan salah satu daya perusak yang bisa menghancurkan butir – butir tanah menjadi lebih kecil, sehingga mempermudah aliran permukaan dalam membawa butir – butir tanah tersebut ke tempat lain yang lebih rendah. Hal ini bisa diartikan semakin besar energi kinetik hujan semakin besar pula tanah yang tererosi. Tabel 4.1 dan Gambar. 4.1 merupakan hasil uji laboratorium dengan menggunakan alat *rainfall simulator*, dalam hal ini menginformasikan besarnya intensitas hujan terhadap energi kinetik yang didapat dari hasil pengujian.

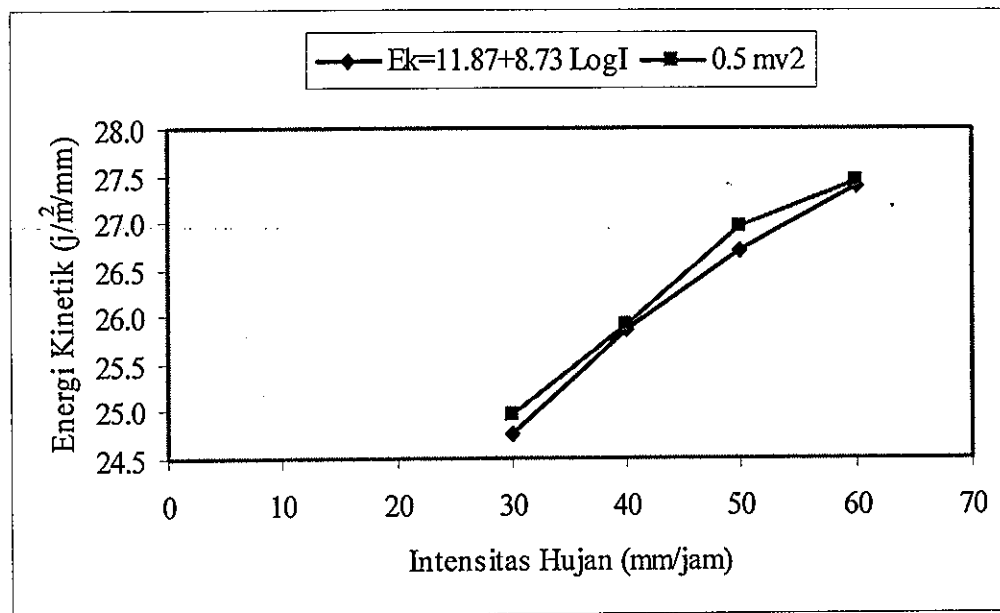
Tabel 4.1
Energi Kinetik Hujan

Intensitas (mm/jam)	Energi Kinetik $E_k = 11,87 + 8,73 \text{ Log } I$ (joule/m ² /mm)	Energi Kinetik $E_k = 1/2 m v^2$ (joule/m ² /mm)
30	24,765	24,97
40	25,856	25,90
50	26,702	26,95
60	27,393	27,45

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.

Hasil uji laboratorium pada Tabel 4 – 1 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa, intensitas hujan 30 mm/jam menghasilkan energi kinetik sebesar 24,765 joule/m²/mm, sedangkan intensitas 40 mm/jam menghasilkan 25,856 joule/m²/mm,

dan pada intensitas 50 mm/jam menghasilkan 26,702 joule/m²/mm, sehingga bisa diartikan setiap penambahan intensitas 10 mm/jam bertambah pula energi kinetiknya yang sifatnya menurun. Hasil hitungan pada Tabel 4.1 juga menyatakan, bahwa ke dua rumus yang digunakan memberikan hasil yang tidak jauh berbeda.



Gambar 4.1.
Hubungan Intensitas Hujan Dengan Energi Kinetik

4.2. Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Laju Kehilangan Tanah

Telah disinggung di atas bahwa penambahan intensitas hujan akan menambah besar energi kinetik hujan. Apalagi jika dibarengi dengan durasi hujan yang panjang, begitu juga setiap penambahan kemiringan lereng juga akan menambah atau memperbesar laju kehilangan tanah. Pada Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian laboratorium yang mengkaitkan anantara intensitas hujan dengan kemiringan lereng terhadap besar laju kehilangan tanah.

Tabel 4.2
Nilai Erosi Hasil Uji Laboratorium

Kemiringan Lereng ($^{\circ}$)	Hasil Erosi (gram/m ²)			
	I ₃₀ (mm/jam)	I ₄₀ (mm/jam)	I ₅₀ (mm/jam)	I ₆₀ (mm/jam)
2.5	8,49	11,34	13,80	14,66
5	15,51	20,72	25,21	26,71
10	46,74	62,42	75,92	85,56
15	97,24	129,16	156,84	177,96
20	169,48	224,68	273,32	311,68
25	269,96	356,84	432,48	498,00
30	403,40	533,00	645,72	743,88

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.

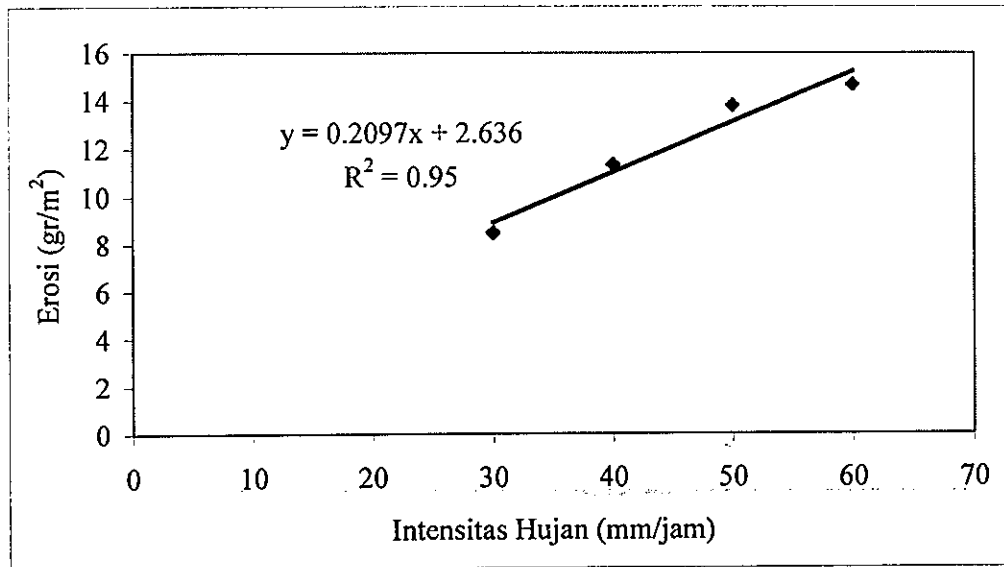
4.2.1. Intensitas Hujan Terhadap Erosi

Erosi hasil pengujian laboratorium pada Tabel 4.2 menunjukkan dengan adanya pertambahan nilai intensitas hujan akan memperbesar pula nilai erosi. Pengaruh intensitas hujan terhadap erosi dari hasil laboratorium tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.3
Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Erosi

Kemiringan Lereng	Intensitas (mm/jam)	Erosi (gr/m ²)	Faktor Tingkat Pertambahan
2,5 ⁰	30	8,49	1,00
2,5 ⁰	40	11,34	1,34
2,5 ⁰	50	13,8	1,63
2,5 ⁰	60	14,66	1,73

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.



Gambar 4.2
Hubungan Intensitas Hujan Dengan Erosi
 (pada kemiringan lereng 2,5°)

Dari gambar tersebut menunjukkan adanya peningkatan jumlah erosi pada setiap pertambahan intensitasnya, dengan faktor tingkat pertambahan sampai dengan 1,73 kali untuk mencapai intensitas 60 mm/jam, jika dimulai dari intensitas 30 mm/jam. Persamaan yang didapat adalah $y = 0,2097 x + 2,636$ dan $R^2 = 0,95$ dimana y adalah nilai erosi dan x adalah intensitas hujan.

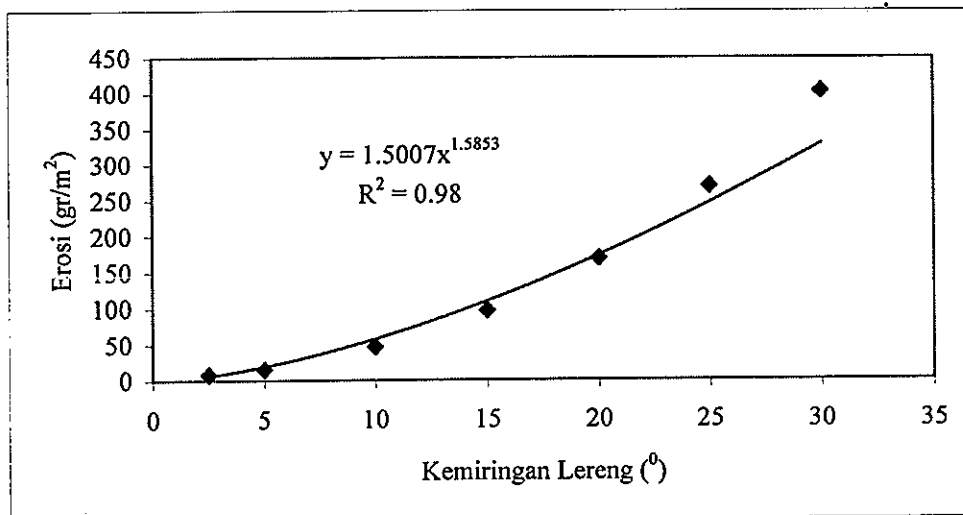
4.2.2. Kemiringan Lereng Terhadap Erosi

Besar kemiringan lereng akan mempengaruhi laju kecepatan aliran permukaan, semakin curam suatu lereng akan semakin cepat alirannya, sehingga bisa diartikan kesempatan air yang meresap ke dalam tanah lebih kecil dan akan memperbesar aliran permukaan, yang akan berakibat pada besarnya erosi. Gambar 4.3 memperlihatkan adanya pertambahan erosi yang diakibatkan oleh pertambahan kemiringan lereng.

Tabel 4.4
Pengaruh Kemiringan Lereng Terhadap Erosi

Kemiringan Lereng	Erosi (gr/m ²)	Faktor Tingkat Pertambahan
2,5 ⁰	8,49	1,00
5 ⁰	15,51	1,83
10 ⁰	46,74	5,51
15 ⁰	97,24	11,45
20 ⁰	169,48	19,96
25 ⁰	269,96	31,80
30 ⁰	403,40	47,51

Sumber: Hasil uji laboratorium, 2003.



Gambar 4.3
Hubungan Kemiringan Lereng Dengan Erosi
(pada intensitas hujan 30 mm/jam)

Dari hasil pengujian laboratorium pada intensitas 30 mm/jam, yang dipaparkan pada Gambar 4.3 menunjukkan adanya pertambahan jumlah erosi pada setiap pertambahan kemiringan lereng, pada hasil tersebut untuk mencapai kemiringan

lereng 30° diperlukan faktor tingkat pertambahan sampai dengan 47,51 kali dari kemiringan awal, Persamaan yang diperoleh $y = 1,5007x^{1,5853}$ dan $R^2 = 0,98$ dimana y adalah nilai erosi dan x adalah kemiringan lereng.

4.2.3. Energi kinetik Terhadap erosi

Hujan yang jatuh dengan butiran dan kecepatan besar akan mempengaruhi besarnya energi kinetik dan selanjutnya secara tidak langsung besarnya energi kinetik akan memperbesar erosinya. Di bawah ini ditampilkan selisih nilai besarnya energi kinetik terhadap selisih nilai besarnya erosi hasil pengujian laboratorium.

Tabel 4.5
Perhitungan Perbandingan selisih nilai Erosi (E) dengan selisih nilai Energi Kinetik (Ek)

KEMIRINGAN LERENG $2,5^\circ$

Intensitas (mm/jam)	Ek (j/m ² /mm)	ΔEk	E (gr/m ²)	ΔE	ΔE/ΔEk
30	24,765		8,49		-
40	25,856	1,09	11,34	2,85	2,61
50	26,702	0,85	13,80	2,46	2,91
60	27,393	0,69	14,66	0,86	1,24

KEMIRINGAN LERENG 5°

Intensitas (mm/jam)	Ek (j/m ² /mm)	ΔEk	E (gr/m ²)	ΔE	ΔE/ΔEk
30	24,765		15,51		-
40	25,856	1,09	20,72	5,21	4,78
50	26,702	0,85	25,21	4,49	5,31
60	27,393	0,69	26,71	1,50	2,17

KEMIRINGAN LERENG 10°

Intensitas (mm/jam)	Ek (j/m ² /mm)	ΔEk	E (gr/m ²)	ΔE	ΔE/ΔEk
30	24,765		46,74		-
40	25,856	1,09	62,42	15,68	14,37
50	26,702	0,85	75,92	13,50	15,96
60	27,393	0,69	85,56	9,64	13,95

KEMIRINGAN LERENG 15°

Intensitas (mm/jam)	Ek (j/m ² /mm)	ΔEk	E (gr/m ²)	ΔE	ΔE/ΔEk
30	24,765		97,24		-
40	25,856	1,09	129,16	31,92	29,26
50	26,702	0,85	156,84	27,68	32,72
60	27,393	0,69	177,96	21,12	30,56

KEMIRINGAN LERENG 20°

Intensitas (mm/jam)	Ek (j/m ² /mm)	ΔEk	E (gr/m ²)	ΔE	ΔE/ΔEk
30	24,765		169,48		-
40	25,856	1,09	224,68	55,20	50,60
50	26,702	0,85	273,32	48,64	57,49
60	27,393	0,69	311,68	38,36	55,51

KEMIRINGAN LERENG 25°

Intensitas (mm/jam)	Ek (j/m ² /mm)	ΔEk	E (gr/m ²)	ΔE	ΔE/ΔEk
30	24,765		269,96		-
40	25,856	1,09	356,84	86,88	79,63
50	26,702	0,85	432,48	75,64	89,41
60	27,393	0,69	498,00	65,52	94,82

KEMIRINGAN LERENG 30°

Intensitas (mm/jam)	Ek (j/m ² /mm)	ΔEk	E (gr/m ²)	ΔE	ΔE/ΔEk
30	24,765		403,40		-
40	25,856	1,09	533,00	129,60	118,79
50	26,702	0,85	645,72	112,72	133,24
60	27,393	0,69	743,88	98,16	142,05

Tabel 4.6
Rangkuman Selisih Nilai Perbandingan Erosi Dengan Energi Kinetik

Kemiringan Lereng (°)	Nilai ΔE/ΔEk			Rata2 nilai ΔE/ΔEk	Faktor Tingkat pertambahan nilai ΔE/ΔEk
	I ₃₀ - I ₄₀ (mm/jam)	I ₄₀ - I ₅₀ (mm/jam)	I ₅₀ - I ₆₀ (mm/jam)		
2,5	2,61	2,91	1,24	2,25	1,00
5	4,78	5,31	2,17	4,09	1,82
10	14,37	15,96	13,95	14,76	6,56
15	29,26	32,72	30,56	30,85	13,71
20	50,60	57,49	55,51	54,53	24,24
25	79,63	89,41	94,82	87,95	39,09
30	118,79	133,24	142,05	131,36	58,38

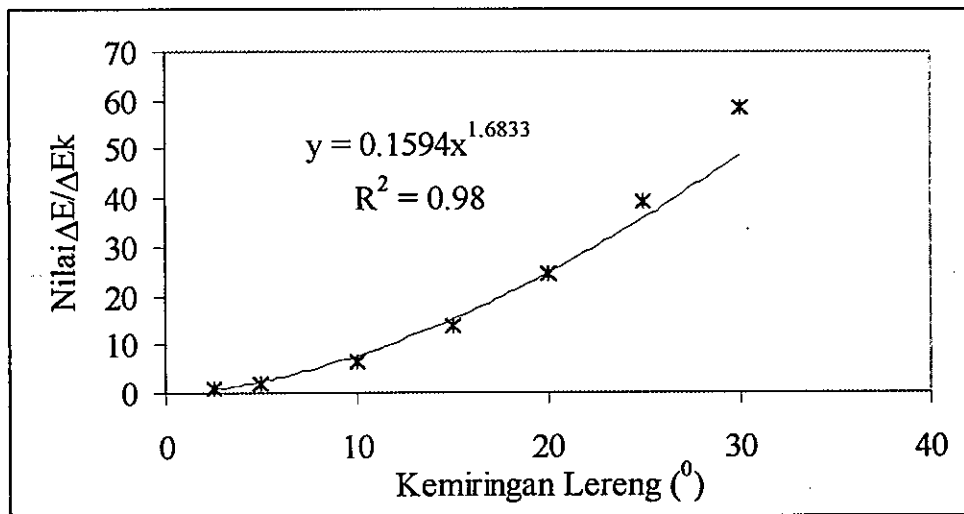
Sumber: Hasil perhitungan, 2003.

Keterangan,

Ek = Energi Kinetik Ek = 11,87 + 8,73 Log I
 E = Erosi Terukur ΔEk = Selisih energi kinetik
 ΔE = Selisih erosi

Dari rangkuman tersebut menunjukkan, dengan adanya penambahan kemiringan lereng dan penambahan intensitas hujan, serta hasil perbandingan selisih nilai erosi dengan selisih nilai energi kinetik, memberikan hasil bahwa, setiap pertambahan

nilai energi kinetik pada intensitas yang bersangkutan akan diikuti pertambahan nilai erosinya. Jika dilihat faktor rata-rata tingkat pertambahan terhadap kemiringan lereng dapat mencapai 58,38 kali dari kemiringan awal ($2,5^{\circ}$).



Gambar 4.4.
Kemiringan Lereng Terhadap Nilai $\Delta E/\Delta E_k$

Dari gambar tersebut menunjukkan adanya hubungan antara kemiringan lereng terhadap selisih nilai pertambahan erosi dibanding selisih pertambahan energi kinetiknya, sehingga bisa dikatakan pertambahan kemiringan lereng sampai dengan 30° , menghasilkan nilai $\Delta E/\Delta E_k = 58,38 \times$ nilai $\Delta E/\Delta E_k$ awal, sebagai contoh pada kemiringan lereng 20° akan didapat nilai $\Delta E/\Delta E_k = 24,24 \times 2,25 = 54,53$ atau didapat persamaan $y = 0,1595x^{1,6832}$ dengan $R^2 = 0,98$ dimana y adalah nilai perbandingan $\Delta E/\Delta E_k$ dan x adalah kemiringan lereng (berlaku untuk intensitas sampai dengan 60 mm/jam dan kemiringan lereng sampai dengan 30°)

4.3. Erosivitas Hujan

Pada dasarnya besar nilai erosivitas hujan erat kaitannya dengan besarnya intensitas hujan dan durasi hujannya, semakin besar intensitas hujan jika diikuti dengan durasi hujan yang panjang akan mewujudkan kedalaman/tinggi air hujan yang semakin dalam, sehingga terwujud tenaga erosivitas yang kuat dan besar, begitu sebaliknya. Namun demikian, meskipun Intensitas besar jika durasinya pendek belum tentu akan menimbulkan erosi yang berarti, begitu juga durasi yang panjang dengan intensitas kecil juga belum tentu akan menimbulkan erosi yang berarti. Tabel di bawah merupakan perhitungan besarnya erosivitas terhadap laju kehilangan tanah dengan dasar erosi terukur.

Tabel 4.7 (a)
 Nilai Erosivitas Hasil Erosi Terukur Dengan Energi Kinetik $24,765 \text{ J/m}^2/\text{mm}$.

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek $\text{J/m}^2/\text{mm}$	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	R J/m^2
I ₃₀	4,37	0,29	0,39	24,765	26,15	0,120	8,49	625,95
I ₃₀	8,75	0,21	0,96	24,765	26,35	0,120	15,51	628,36
I ₃₀	17,63	0,21	2,90	24,765	26,77	0,120	46,74	629,54
I ₃₀	26,79	0,21	5,98	24,765	27,09	0,120	97,24	635,47
I ₃₀	36,40	0,21	10,39	24,765	27,36	0,120	169,48	637,49
I ₃₀	46,63	0,21	16,41	24,765	27,69	0,120	269,96	642,87
I ₃₀	57,74	0,21	24,51	24,765	27,92	0,120	403,40	643,44

Tabel 4.7 (b)

Nilai Erosivitas Hasil Erosi Terukur Dengan Energi Kinetik 25,856 j/m²/mm

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek J/m ² /mm	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	R J/m ²
I ₄₀	4,37	0,29	0,39	25,856	32,93	0,120	11,34	836,07
I ₄₀	8,75	0,21	0,96	25,856	33,26	0,120	20,72	839,43
I ₄₀	17,63	0,21	2,90	25,856	33,7	0,120	62,42	840,74
I ₄₀	26,79	0,21	5,98	25,856	33,97	0,120	129,16	844,06
I ₄₀	36,40	0,21	10,39	25,856	34,3	0,120	224,68	845,12
I ₄₀	46,63	0,21	16,41	25,856	34,69	0,120	356,84	849,76
I ₄₀	57,74	0,21	24,51	25,856	35,62	0,120	533,00	850,16

Tabel 4.7 (c)

Nilai Erosivitas Hasil Erosi Terukur Dengan Energi Kinetik 26,702 j/m²/mm

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek J/m ² /mm	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	R J/m ²
I ₅₀	4,37	0,29	0,39	26,702	37,51	0,120	13,80	1017,45
I ₅₀	8,75	0,21	0,96	26,702	37,93	0,120	25,21	1021,33
I ₅₀	17,63	0,21	2,90	26,702	38,53	0,120	75,92	1022,57
I ₅₀	26,79	0,21	5,98	26,702	38,88	0,120	156,84	1024,95
I ₅₀	36,40	0,21	10,39	26,702	39,33	0,120	273,32	1028,08
I ₅₀	46,63	0,21	16,41	26,702	39,7	0,120	432,48	1029,88
I ₅₀	57,74	0,21	24,51	26,702	40,17	0,120	645,72	1029,96

Tabel 4.7 (d)

Nilai Erosivitas Hasil Erosi Terukur Dengan Energi Kinetik 27,393 j/m²/mm

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek J/m ² /mm	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	R J/m ²
I ₆₀	4,37	0,29	0,39	27,393	44,06	0,120	14,66	1080,85
I ₆₀	8,75	0,21	0,96	27,393	44,87	0,120	26,71	1082,10
I ₆₀	17,63	0,21	2,90	27,393	45,71	0,120	85,56	1152,41
I ₆₀	26,79	0,21	5,98	27,393	47,16	0,120	177,96	1162,97
I ₆₀	36,40	0,21	10,39	27,393	49,31	0,120	311,68	1172,37
I ₆₀	46,63	0,21	16,41	27,393	51,26	0,120	498,00	1185,91
I ₆₀	57,74	0,21	24,51	27,393	53,82	0,120	743,88	1186,53

Sumber: hasil perhitungan, 2003.

Keterangan

EK = Energi Kinetik	$EK = 11,87 + 8,73 \text{ Log } I$
h = Kedalaman hujan	$h = (\text{Vol.air} / \text{luas tabung})$
R = Erosivitas hujan	$R = E / (K \times L \times S)$
K = Erodibilitas tanah	$K = 0,12 \text{ (hasil Laboratorium)}$
L = Panjang lereng	$L = (10/22)^2$
S = Kemiringan lereng	$S = 0,065 + 0,0456 S + 0,006541 S^2$
C = Faktor tanaman	C dan P dianggap = 1,0
P = Pengolahan tanah	

Tabel di atas menunjukkan pada intensitas dengan kedalaman hujan meningkat, maka erosivitas dan erosi juga meningkat, begitu juga pada energi kinetik meningkat, maka erosivitas dan erosi juga meningkat. Sehingga bisa dikatakan peningkatan kedalaman hujan dan peningkatan energi kinetik sama-sama berpengaruh terhadap besarnya erosivitas. Namun jika dibandingkan antara energi kinetik dengan kedalaman hujan, maka yang berpengaruh terhadap besarnya erosivitas adalah kedalaman hujannya.

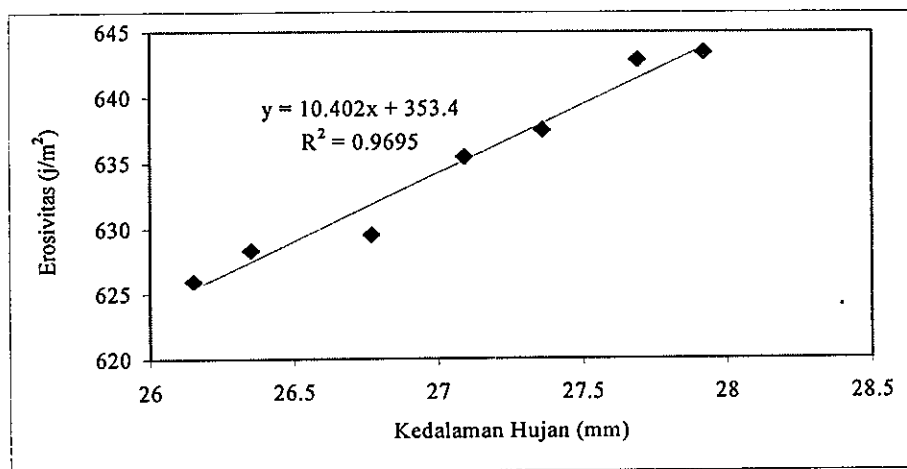
4.3.1. Kedalaman Hujan Terhadap Erosivitas

Tabel di bawah merupakan hasil perhitungan erosivitas yang diperoleh dari erosi terukur pada intensitas 30 mm/jam dengan kemiringan lereng meningkat dari $2,5^0$ sampai dengan 30^0 .

Tabel 4.8
Pengaruh Kedalaman Hujan Terhadap Erosivitas pada I_{30} mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	h (mm)	R (J/m ²)
I_{30}	4,37	26,15	625,95
I_{30}	8,75	26,35	628,36
I_{30}	17,63	26,77	629,54
I_{30}	26,79	27,09	635,47
I_{30}	36,40	27,36	637,49
I_{30}	46,63	27,69	642,87
I_{30}	57,74	27,92	643,44

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.



Gambar 4.5
Hubungan Kedalaman Hujan dengan Erosivitas
 (Untuk Intensitas hujan 30 mm/jam)

77

Pada Gambar 4.5 menunjukkan adanya pertambahan nilai erosivitas yang diakibatkan oleh pertambahan nilai kedalaman hujan., dan didapat persamaan $y = 10,403 x + 353,37$ dengan nilai $R^2 = 0,97$ dimana, y adalah nilai erosivitas dan x adalah kedalaman hujan.

Tabel 4.9
Pengaruh Kedalaman Hujan Terhadap Erosivitas Pada Lereng 4,37%

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	h (mm)	R J/m ²
I ₃₀	4,37	26,15	625,95
I ₄₀	4,37	32,39	836,07
I ₅₀	4,37	37,51	1017,45
I ₆₀	4,37	44,06	1080,25

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.

Pada Tabel 4.9 menunjukkan dengan adanya pertambahan kedalaman hujan meningkat sampai dengan 1,68 kali pada lereng 4,37 , dan dengan intensitas meningkat dari intensitas 30 mm/jam sampai dengan intensitas 60 mm/jam didapat peningkatan erosivitas 1,73 kali erosivitas awal (pada kedalaman hujan 26,15mm).

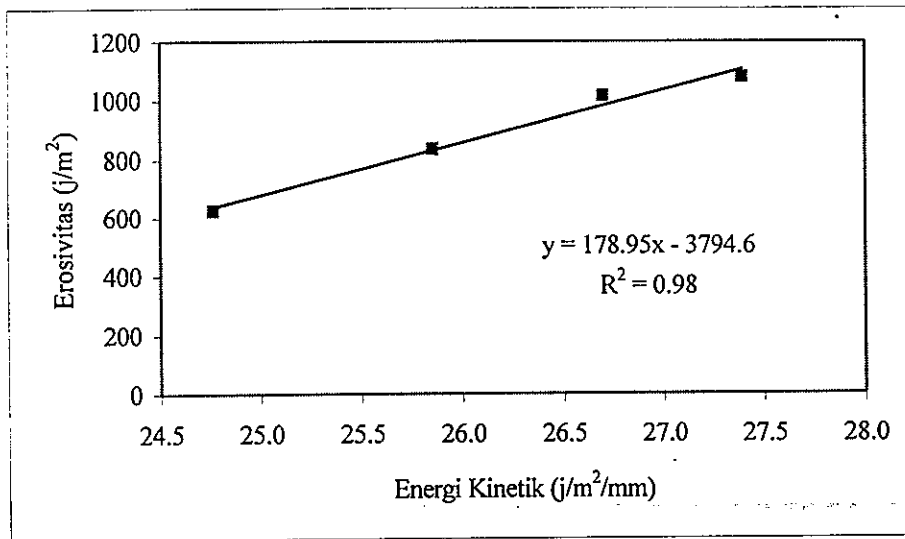
4.3.2. Energi Kinetik Terhadap Erosivitas

Tabel 4.10 merupakan hasil perhitungan erosivitas yang diperoleh dari erosi terukur pada intensitas 30 mm/jam sampai dengan 60 mm/jam, dengan energi kinetik meningkat dari 24,765 j/m²/mm sampai dengan 27,393 j/m²/mm, dan kemiringan lereng 4,37%.

Tabel 4.10
Pengaruh Energi Kinetik Terhadap Erosivitas

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	Energi Kinetik (J/m ² /mm)	Erosivitas (J/m ²)
30	4,37	24,765	625,95
40	4,37	25,856	836,07
50	4,37	26,702	1017,45
60	4,37	27,393	1080,85

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.



Gambar 4.6
Hubungan Energi Kinetik Dengan Erosivitas

Dari gambar tersebut terjadi pertambahan nilai erosivitas yang diakibatkan oleh pertambahan nilai energi kinetik sebesar 1,11 kali energi kinetik awal dan didapat erosivitas sebesar 1,73 kali erosivitas awal, pada kemiringan lereng 4,37% dengan peningkatan intensitas sampai dengan 60 mm/jam, dan didapat persamaan $y = 178,95x - 3794,6$ dengan nilai $R^2 = 0,98$ dimana y adalah nilai erosivitas dan x adalah energi kinetik.

4.4. Panjang - Kemiringan Lereng

Faktor panjang dan kemiringan lereng merupakan penyumbang terhadap laju kehilangan tanah, dengan besarnya volume air hujan dan ditunjang dengan bertambahnya panjang - kemiringan suatu lereng, maka akan bertambah pula besarnya erosi tanah yang terjadi. Pada Tabel di bawah merupakan hasil hitungan faktor kemiringan suatu lereng terhadap hasil erosi terukur.

Tabel 4.11 (a)

Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Hasil Erosi Terukur pada I-30 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	R J/m^2	Ek $J/m^2/mm$	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	S_f terukur
I ₃₀	4,37	0,29	647,60	24,765	26,15	0,120	8,49	0,38
I ₃₀	8,75	0,21	652,56	24,765	26,35	0,120	15,51	0,93
I ₃₀	17,63	0,21	662,96	24,765	26,77	0,120	46,74	2,76
I ₃₀	26,79	0,21	670,88	24,765	27,09	0,120	97,24	5,67
I ₃₀	36,40	0,21	677,57	24,765	27,36	0,120	169,48	9,78
I ₃₀	46,63	0,21	685,74	24,765	27,69	0,120	269,96	15,39
I ₃₀	57,74	0,21	691,44	24,765	27,92	0,120	403,40	22,80

Tabel 4.11 (b)

Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Hasil Erosi Terukur pada I-40 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	R J/m^2	Ek $J/m^2/mm$	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	S_f
I ₄₀	4,37	0,29	851,44	25,856	32,93	0,120	11,34	0,38
I ₄₀	8,75	0,21	859,97	25,856	33,26	0,120	20,72	0,94
I ₄₀	17,63	0,21	871,35	25,856	33,7	0,120	62,42	2,80
I ₄₀	26,79	0,21	878,33	25,856	33,97	0,120	129,16	5,75
I ₄₀	36,40	0,21	886,86	25,856	34,3	0,120	224,68	9,90
I ₄₀	46,63	0,21	896,94	25,856	34,69	0,120	356,84	15,55
I ₄₀	57,74	0,21	920,99	25,856	35,62	0,120	533,00	22,62

Tabel 4.11 (c)

Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Hasil Erosi Terukur pada I-50 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	R J/m^2	Ek $J/m^2/mm$	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	S_f
I ₅₀	4,37	0,29	1001,59	26,702	37,51	0,120	13,80	0,40
I ₅₀	8,75	0,21	1012,81	26,702	37,93	0,120	25,21	0,97
I ₅₀	17,63	0,21	1028,83	26,702	38,53	0,120	75,92	2,88
I ₅₀	26,79	0,21	1038,17	26,702	38,88	0,120	156,84	5,90
I ₅₀	36,40	0,21	1050,19	26,702	39,33	0,120	273,32	10,17
I ₅₀	46,63	0,21	1060,07	26,702	39,7	0,120	432,48	15,95
I ₅₀	57,74	0,21	1072,62	26,702	40,17	0,120	645,72	23,53

Tabel 4.11 (d)
 Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f) Hasil Erosi Terukur pada I-60 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	R J/m^2	Ek $J/m^2/mm$	h (mm)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)	S_f
I ₆₀	4,37	0,29	1206,94	27,393	44,06	0,120	14,66	0,35
I ₆₀	8,75	0,21	1229,12	27,393	44,87	0,120	26,71	0,85
I ₆₀	17,63	0,21	1252,13	27,393	45,71	0,120	85,56	2,67
I ₆₀	26,79	0,21	1291,85	27,393	47,16	0,120	177,96	5,38
I ₆₀	36,40	0,21	1350,75	27,393	49,31	0,120	311,68	9,02
I ₆₀	46,63	0,21	1404,17	27,393	51,26	0,120	498,00	13,86
I ₆₀	57,74	0,21	1474,29	27,393	53,82	0,120	743,88	19,72

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.

Keterangan

Ek = Energi Kinetik

$$Ek = 11,87 + 8,73 \log I$$

h = Kedalaman hujan

$$h = (Vol.air / luas)$$

R = Erosivitas hujan

$$R = Ek \times h$$

K = Erodibilitas tanah

$$K = 0,12 \text{ (hasil Laboratorium)}$$

L = Panjang lereng

$$L = (I_0/22)^Z$$

S_f = Faktor Kemiringan lereng

$$S_f = E / (R \times K \times L)$$

C = Faktor tanaman

$$C \text{ dan } P \text{ dianggap} = 1,0$$

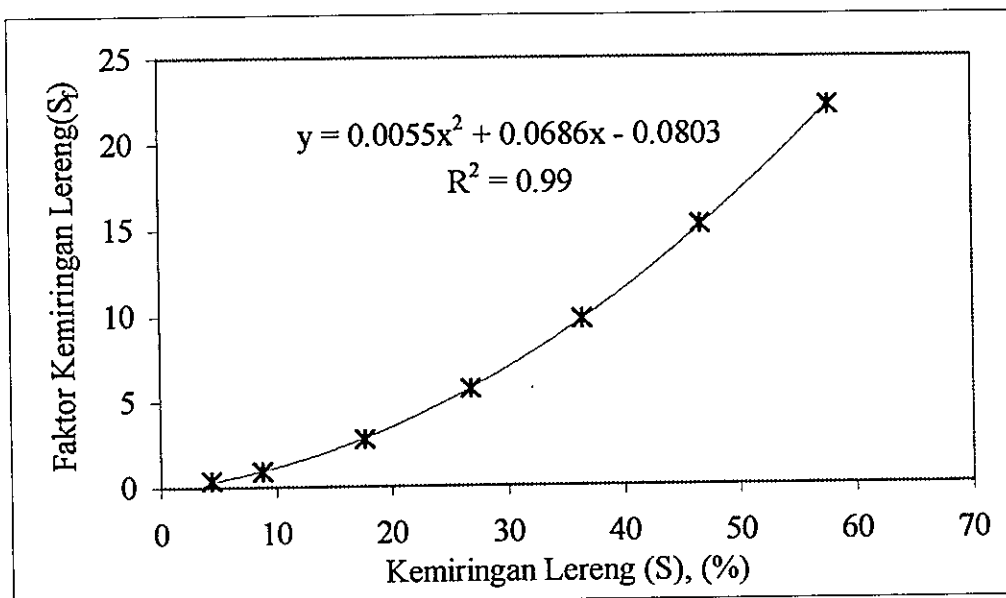
P = Pengolahan tanah

Tabel di atas, pada intensitas yang sama dengan kemiringan lereng meningkat, maka erosi juga meningkat, sehingga bisa dikatakan peningkatan kemiringan lereng berpengaruh terhadap besarnya erosi.

Tabel 4.12
Nilai Faktor Kemiringan Lereng

Lereng (%)	Faktor Kemiringan Lereng (S_f)				S_f rata-rata
	I_{30}	I_{40}	I_{50}	I_{60}	
4,37	0,38	0,38	0,40	0,35	0,38
8,75	0,93	0,94	0,97	0,85	0,92
17,63	2,76	2,80	2,88	2,67	2,78
26,79	5,67	5,75	5,90	5,38	5,68
36,40	9,78	9,90	10,17	9,02	9,72
46,63	15,39	15,55	15,95	13,86	15,19
57,74	22,80	22,62	23,53	19,72	22,17

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.



Gambar 4.7
Hubungan Kemiringan Lereng Dengan Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S_f)
(untuk kemiringan lereng minimal 4,37% atau $2,5^\circ$)

Dari hasil perhitungan didapat nilai faktor kemiringan lereng (S_f) dengan persamaan $S_f = 0,0055 S^2 + 0,0686 S - 0,0803$ dengan $R^2 = 0,99$ dimana S_f adalah faktor kemiringan lereng dan S adalah kemiringan lereng.

4.5. Perhitungan Erosivitas Dengan Persamaan Umum Kehilangan Tanah

Untuk mengetahui lebih lanjut nilai parameter USLE, tabel di bawah merupakan hasil perhitungan nilai erosivitas dengan menggunakan persamaan umum kehilangan tanah.

Tabel 4.13 (a)
Nilai Erosivitas Hasil P U K T Dengan Energi Kinetik 24,765 $\text{J/m}^2/\text{mm}$

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	Ek $\text{J/m}^2/\text{mm}$	h (mm)	R (J/m^2)
I ₃₀	4,37	24,765	26,15	647,61
I ₃₀	8,75	24,765	26,35	652,56
I ₃₀	17,63	24,765	26,77	662,96
I ₃₀	26,79	24,765	27,09	670,88
I ₃₀	36,40	24,765	27,36	677,57
I ₃₀	46,63	24,765	27,69	685,74
I ₃₀	57,74	24,765	27,92	691,44

Tabel 4.13 (b)
Nilai Erosivitas Hasil P U K T Dengan Energi Kinetik 25,856 $\text{J/m}^2/\text{mm}$

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	Ek $\text{J/m}^2/\text{mm}$	h (mm)	R (J/m^2)
I ₄₀	4,37	25,856	32,93	851,44
I ₄₀	8,75	25,856	33,26	859,97
I ₄₀	17,63	25,856	33,70	871,35
I ₄₀	26,79	25,856	33,97	878,33
I ₄₀	36,40	25,856	34,30	886,86
I ₄₀	46,63	25,856	34,69	896,95
I ₄₀	57,74	25,856	35,62	920,99

Tabel 4.13 (c)
Nilai Erosivitas Hasil P U K T Dengan Energi Kinetik 26,702 j/m²/mm

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	Ek J/m ² /mm	h (mm)	R (j/m ²)
I ₅₀	4,37	26,702	37,51	1001,59
I ₅₀	8,75	26,702	37,93	1012,81
I ₅₀	17,63	26,702	38,53	1028,83
I ₅₀	26,79	26,702	38,88	1038,17
I ₅₀	36,40	26,702	39,33	1050,19
I ₅₀	46,63	26,702	39,70	1060,07
I ₅₀	57,74	26,702	40,17	1072,62

Tabel 4.13 (d)
Nilai Erosivitas Hasil P U K T Dengan Energi Kinetik 27,393 j/m²/mm

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	Ek J/m ² /mm	h (mm)	R (j/m ²)
I ₆₀	4,37	27,393	44,06	1206,94
I ₆₀	8,75	27,393	44,87	1229,12
I ₆₀	17,63	27,393	45,71	1252,13
I ₆₀	26,79	27,393	47,16	1291,85
I ₆₀	36,40	27,393	49,31	1350,75
I ₆₀	46,63	27,393	51,26	1404,17
I ₆₀	57,74	27,393	53,82	1474,29

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.

Keterangan:

$$R = Ek \times h$$

$$Ek = 11,87 + 8,73 \log I$$

h = terukur hasil laboratorium

Pada Tabel 4.13 menunjukkan adanya pertambahan nilai erosivitas pada setiap pertambahan kedalaman hujan dan setiap pertambahan energi kinetik. Jika dibandingkan dengan hasil erosivitas terukur maka nilai erosivitas hasil PUKT lebih besar. Hal ini dimungkinkan karena pada pengujian di laboratorium semuanya serba terkendali.

4.6. Perhitungan Erosi Dengan Persamaan Umum Kehilangan Tanah

Untuk mengetahui lebih lanjut nilai erosi hasil PUKT, maka tabel di bawah disajikan perhitungan nilai erosi yang merupakan besar laju kehilangan tanah dengan menggunakan persamaan umum kehilangan tanah.

Tabel 4.14 (a)
Nilai Erosi Hasil P U K T Dengan Intensitas 30 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek J/m ² /mm	h (mm)	R (J/m ²)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)
I ₃₀	4,37	0,29	0,39	24,765	26,15	647,60	0,120	8,78
I ₃₀	8,75	0,21	0,96	24,765	26,35	652,56	0,120	16,11
I ₃₀	17,63	0,21	2,90	24,765	26,77	662,96	0,120	49,22
I ₃₀	26,79	0,21	5,98	24,765	27,09	670,88	0,120	102,66
I ₃₀	36,40	0,21	10,39	24,765	27,36	677,57	0,120	180,14
I ₃₀	46,63	0,21	16,41	24,765	27,69	685,74	0,120	287,97
I ₃₀	57,74	0,21	24,51	24,765	27,92	691,44	0,120	433,49

Tabel 4.14 (b)
Nilai Erosi Hasil P U K T Dengan Intensitas 40 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek J/m ² /mm	h (mm)	R (J/m ²)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)
I ₄₀	4,37	0,29	0,39	25,856	32,93	851,44	0,120	11,55
I ₄₀	8,75	0,21	0,96	25,856	33,26	859,97	0,120	21,23
I ₄₀	17,63	0,21	2,90	25,856	33,7	871,35	0,120	64,69
I ₄₀	26,79	0,21	5,98	25,856	33,97	878,33	0,120	134,40
I ₄₀	36,40	0,21	10,39	25,856	34,3	886,86	0,120	235,78
I ₄₀	46,63	0,21	16,41	25,856	34,69	896,94	0,120	376,66
I ₄₀	57,74	0,21	24,51	25,856	35,62	920,99	0,120	577,40

Tabel 4.14 (c)
Nilai Erosi Hasil P U K T Dengan Intensitas 50 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek J/m ² /mm	h (mm)	R (J/m ²)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)
I ₅₀	4,37	0,29	0,39	26,702	37,51	1001,59	0,120	13,58
I ₅₀	8,75	0,21	0,96	26,702	37,93	1012,81	0,120	25,00
I ₅₀	17,63	0,21	2,90	26,702	38,53	1028,83	0,120	76,38
I ₅₀	26,79	0,21	5,98	26,702	38,88	1038,17	0,120	158,86
I ₅₀	36,40	0,21	10,39	26,702	39,33	1050,19	0,120	279,20
I ₅₀	46,63	0,21	16,41	26,702	39,7	1060,07	0,120	445,16
I ₅₀	57,74	0,21	24,51	26,702	40,17	1072,62	0,120	672,47

Tabel 4.14 (d)
Nilai Erosi Hasil P U K T Dengan Intensitas 60 mm/jam

Intensitas (mm/jam)	Lereng (%)	L (1m)	S	Ek J/m ² /mm	h (mm)	R (J/m ²)	K (gr/joule)	E (gr/m ²)
I ₆₀	4,37	0,29	0,39	27,393	44,06	1206,94	0,120	16,37
I ₆₀	8,75	0,21	0,96	27,393	44,87	1229,12	0,120	30,34
I ₆₀	17,63	0,21	2,90	27,393	45,71	1252,13	0,120	92,96
I ₆₀	26,79	0,21	5,98	27,393	47,16	1291,85	0,120	197,68
I ₆₀	36,40	0,21	10,39	27,393	49,31	1350,75	0,120	359,10
I ₆₀	46,63	0,21	16,41	27,393	51,26	1404,17	0,120	589,65
I ₆₀	57,74	0,21	24,51	27,393	53,82	1474,29	0,120	924,29

Sumber: Hasil perhitungan, 2003.

Keterangan

E = Erosi

$$E = R \times K \times L \times S$$

Ek = Energi Kinetik

$$Ek = 11,87 + 8,73 \log I$$

h = Kedalaman hujan

$$h = (\text{Vol. air} / \text{luas tabung})$$

R = Erosivitas hujan

$$R = Ek \times h$$

K = Erodibilitas tanah

$$K = 0,12 \text{ (hasil Laboratorium)}$$

L = Panjang lereng

$$L = (10/22)^Z$$

S = Kemiringan lereng

$$S = (0,065 + 0,0456 S + 0,006541 S^2)$$

Pada Tabel 4.14 nilai erosi mengalami peningkatan pada setiap pertambahan intensitas hujan dan pertambahan kemiringan lereng, serta mempunyai nilai erosi yang lebih besar dibanding dengan nilai erosi terukur. Hal ini sangat dimungkinkan karena selain kondisi di laboratorium serba terkendali dan hanya bisa digunakan untuk ukuran benda uji 100 cm x 100 cm, juga cara pelaksanaannya berbeda, dalam arti model yang digunakan berbeda dengan model yang diterapkan di lapangan.

4.7. Penerapan Hasil Persamaan Faktor Kemiringan Lereng

Untuk mengetahui lebih lanjut hasil persamaan faktor kemiringan lereng terhadap penggunaannya, maka sebagai kontrol dilakukan penghitungan kembali dengan menggunakan hasil penelitian orang lain (penelitian Risman, 2003). Dimana beliau dalam melakukan pengujian menggunakan intensitas hujan 50mm/jam dengan kemiringan lereng 5^0 , 10^0 , dan 15^0 . Hasil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.15
Nilai Erosi Dengan Intensitas 50 mm/jam

Intensitas Hujan (mm/jam)	Kemiringan Lereng (0)	Erosi (gr/m ²)
50	5	23,06
50	10	65,66
50	15	130,66

Sumber: hasil penelitian Risman, 2003.

Persamaan faktor kemiringan lereng (S_f) yang didapat dari hasil penelitian adalah

$S_f = 0,0055 S^2 + 0,0686 S - 0,0803$. Nilai S adalah kemiringan lereng dengan menggunakan standar prosen. Jadi nilai erosi dengan menggunakan persamaan faktor kemiringan lereng pada PUKT didapat:

Intensitas hujan 50 mm/jam

Kemiringan lereng (0)	Kemiringan lereng (%)	R	K	L	S	E
5	8.75	1017.45	0.12	0.21	0.94	24.13
10	17.63	1017.45	0.12	0.21	2.84	72.78
15	26.79	1017.45	0.12	0.21	5.70	146.27

Keterangan:

E = Erosi

$$E = R \times K \times L \times S$$

R = Erosivitas hujan

$$R = 1017.45 \text{ j/m}^2 \text{ (hasil Lab)}$$

K = Erodibilitas tanah

$$K = 0,12 \text{ gr/joule (hasil Lab)}$$

L = Panjang lereng

$$L = (10/22)^Z$$

S = Kemiringan lereng

$$S = (0,0803 + 0,0686 S + 0,0055 S^2)$$

Hasil perhitungan erosi tersebut pada kemiringan lereng 5⁰ dengan intensitas 50 mm/jam, jika di bandingkan dengan hasil erosi penelitian pada Tabel 4.15 (hasil penelitian Risman, 2003) terdapat perbedaan 4,63%.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT) atau USLE digunakan dan dikembangkan di United State Departement of Agriculture – Soil Conservation Service, dalam penyelesaian serta pembahasan penelitian ini lebih banyak menggunakan persamaan tersebut, hal ini untuk mencari pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju kehilangan tanah yang terjadi. Untuk itu lebih dahulu mencari parameter – parameter yang ada dalam persamaan umum kehilangan tanah.

Pada uji laboratorium didapat: kadar air tanah 12%, berat isi tanah basah 1,25 gr/cm³, analisa butiran tanah 31,17% (kandungan debu+pasir sangat halus) dan 39,84% kandungan pasir, dan permeabilitas 6,32 cm/jam. Pada uji laju kehilangan tanah, alat yang digunakan adalah *rainfall simulator*. Uji yang dilakukan terdiri dari : butiran hujan, diambil diameter (1, 2, 3, 4, 5 dan 6)mm. Intensitas hujan yang digunakan adalah intensitas (30, 40, 50, dan 60) mm/jam dan kemiringan lereng 2,5⁰, 5⁰, 10⁰, 15⁰, 20⁰, 25⁰, dan 30⁰. Pada uji intensitas hujan buatan maka, intensitas 30 mm/jam didapat 30,13 mm/jam, intensitas 40 mm/jam didapat 40,08 mm/jam, intensitas 50 mm/jam didapat 49,66 mm/jam, dan intensitas 60 mm/jam didapat 59,91 mm/jam, sedang analisa dan pembahasan uji kehilangan tanah di dapat hasil sebagai berikut:

1. Pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju kehilangan tanah terukur pada jenis tanah regosol kelabu menunjukkan:

- Intensitas hujan meningkat dari intensitas 30 mm/jam sampai dengan intensitas 60 mm/jam pada kemiringan lereng $2,5^0$ atau 4,37% ,didapat kenaikan jumlah erosi terukur sebesar 1,73 kali kondisi awal.
- Kemiringan lereng meningkat dari $2,5^0$ sampai dengan 30^0 pada intensitas 30mm/jam, maka jumlah erosi terukur meningkat sampai dengan 47,51 kali kondisi awal.
- Bila dibandingkan peningkatan erosi terukur akibat peningkatan intensitas dibanding dengan peningkatan kemiringan lerengnya, maka jumlah erosi terukur akan lebih besar akibat peningkatan kemiringan lereng.
- Pada penelitian ini juga didapat hubungan antara kemiringan lereng dan faktor lerengnya (S_f) dengan persamaan $S_f = 0,0055 S^2 + 0,0686 S - 0,0803$ (berlaku untuk intensitas hujan sampai dengan 60 mm/jam dan kemiringan lereng sampai dengan 30^0 atau 57,74%.

2. Pengaruh energi kinetik dan kedalaman hujan terhadap erosivitas terukur.

Peningkatan intensitas hujan dan jumlah hujan berakibat pada peningkatan energi kinetik dan kedalaman hujan yang selanjutnya berpengaruh terhadap besarnya erosivitas hujan, namun jika dibandingkan maka peningkatan kedalaman hujan akan lebih berpengaruh terhadap besarnya nilai erosivitas hujan, hal ini sesuai dengan hasil kesimpulan penelitian Banuwa (2001),

Dari pembahasan disimpulkan bahwa parameter – parameter USLE yang terdiri dari : erosivitas, erodibilitas, dan Length-Slope semuanya berkepentingan dalam menyumbang laju kehilangan tanah, namun besar pengaruh parameter – parameter tersebut terhadap laju kehilangan tanah yang terjadi besarnya tidak sama,

kemiringan lereng ternyata mempunyai pengaruh yang lebih besar dibanding dengan intensitas hujannya,

1.2. Saran – saran

Karena dalam penelitian ini hasil yang didapat tergantung pada data curah hujan yang digunakan, maka disarankan untuk aplikasi di lapangan menggunakan data curah hujan yang memakai alat ukur curah hujan otomatis (Automatic Rain gauge record). sedangkan untuk verifikasi perlu pengembangan model ini di lakukan di lapangan dengan model yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (1998), *Intruction Manual Rainfall Simulator*, Armfield Ltd, Hampshire, England,
- Anonim, (2001), *Klaten Dalam Angka Tahun 2000*, Badan Pusat Statistik- Bapeda Kabupaten Klaten, Klaten,
- Anonim, *Petunjuk Pemakaian Speedy Moisture Tester Type: SO – 430*, MBT Utama, Jakarta,
- Anonim, (1986), *Konservasi Tanah dan Air*, Direktorat Perluasan Areal Pertanian Sub, Direktorat Rehabilitasi Lahan Kritis, Jakarta,
- Anonim, (1993), *Pola Rehabilitasi lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai Solo*, Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Wilayah-V, Semarang,
- Abdullah, T, (1993), *Survai Tanah dan Evaluasi Lahan* , Penebar Swadaya, Jakarta,
- Arsyad, S, (1982), *Pengawetan Tanah dan Air*, Institute Pertanian Bogor, Bogor,
- Banuwa,I, (2001), *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Lampung,
- Baver, (1976), *Soil Phisics*, John Wiley and Sons, Inc, New York,
- Brady, N, dan Buckman H, (1982), *Ilmu Tanah*, Bhatara karya aksara, Jakarta,
- Gabriels, D, dan De Boodt,M (1975), *A, Rainfall Simulator for soil Erosion Studies in the laboratory*, Pedologie XXV (2) : 80 – 86,
- Hardjowigeno, S, (1995), *Ilmu Tanah*, Akademika Pressindo, Jakarta,
- Hudson, N,(1985), *Soil Conservation*, Batsfor Academic and Edukational london, England,
- Kartasapoetra, A,G, (1985), *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*, Rineka Cipta, Jakarta,
- Kartasapoetro, A,G, dan Sutedjo, M, (1985), *Teknologi Konservasi Tanah dan air*, Pt, Bina Aksara Jakarta,
- Kirkby dan Morgan R P C, (1980), *Soil Erosion*, John Wiley and Sons, Ltd, New York,

- Kusumastuti, (1994), *Model Fisis Pemanfaatan Bahan Sintetis pada Lereng Tanah Pasir untuk Perlindungan Erosi Hujan*, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta,
- Morgan R,P,C,(1985), *Soil Erosion and Conservation*, Longman Scientific & Technical, London,
- Purwono,B, (1996), *Peranan Bahan Gambut Sebagai Pemantap Tanah dan Pengendali Erosi Pada Tanah Podsolid Merah Kuning dan Regosol*, Tesis Fakultas pertanian UGM, Yogyakarta,
- Rahim, S (2000), *Pengendalian Erosi Tanah Dalam rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*, PT, Bumi Aksara, Jakarta,
- Suresh, R, (2000), *Soil and Water Conservation Engineering*, Lomus Offset Press, Delhi,
- Suripin, (2001), *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Andi, Yogyakarta,
- Sutedjo, M dan Kartasaputro, A,G, (1991), *Pengantar Ilmu Tanah*, Rineka Cipta, Jakarta,
- Triadmodjo, B, (1992), *Metode Numerik*, Beta Affset, Yogyakarta,
- Walpole, R,E dan Myers, R,H, (1995), *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*,; Terjemahan RK Sembiring, Institute Teknologi Bandung, Bandung,
- Wischmeier, W,H, dan Smith, (1978), *Predicting rainfall erosion losses*, USDA Agr, Serv, Hanbook 537,
- Wudianto, R, (2000), *Mencegah Erosi*, Penebar Swadaya, Jakarta,